ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 AOUT 1935.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI DOUVILLÉ.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *Sur le théorème de Kœnig en Mécanique ondulatoire*. Note [1] de MM. **Louis de Broglie** et **Jean-Louis Destouches**.

Soit un système de N corpuscules de masses $m_1, \ldots, m_N$. Les coordonnées rectangulaires du $i^{\text{ième}}$ corpuscule seront nommées x_i, y_i, z_i. Définissons, comme il est usuel, les opérateurs suivants :

$$(1)\qquad p_{x_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial x_i}, \qquad p_{y_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial y_i}, \qquad p_{z_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial z_i},$$

qu'on peut regarder comme les composantes d'un opérateur vectoriel $\vec{p}_i$. La Mécanique ondulatoire nous apprend que l'équation des ondes, pour ce système, est la suivante :

$$(2)\qquad \left[\sum_{i=1}^{N} \frac{1}{2m_i}\left(\vec{p}_i\right)^2 + V\right]\Psi(x_1, \ldots, z_N, t) = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\Psi(x_1, \ldots, z_N, t),$$

V étant l'énergie potentielle du système que nous n'avons pas besoin ici de préciser.

Introduisons maintenant les trois nouvelles variables

$$(3)\qquad X = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i x_i}{m}, \qquad Y = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i y_i}{m}, \qquad Z = \frac{\sum_{i=1}^{N} m_i z_i}{m},$$

---

[1] Séance du 22 juillet 1935.

m étant la masse totale $m = \sum_i m_i$ des corpuscules du système. On peut dire que X, Y, Z définissent le centre de gravité du système, bien que cette affirmation n'ait pas ici un sens aussi net qu'en Mécanique classique à cause de la non localisation des corpuscules.

Posons encore les définitions

$$x_i = X + \xi_i, \quad y_i = Y + \eta_i, \quad z_i = Z + \zeta_i, \tag{4}$$

qui introduisent les coordonnées relatives des corpuscules du système par rapport au centre de gravité. Nous avons évidemment les conditions

$$\sum_{1}^{N}{}_i\, m_i \xi_i = A = 0, \quad \sum_{1}^{N}{}_i\, m_i \eta_i = B = 0, \quad \sum_{1}^{N}{}_i\, m_i \zeta_i = C = 0. \tag{5}$$

Soit alors $\varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t)$ ce que devient la fonction d'onde Ψ du système quand on y exprime les variables x_i à l'aide des variables X, Y, Z, $\xi_1, \ldots, \zeta_N$ par les relations (4).

Pour conserver l'homogénéité des notations, introduisons les opérateurs-vecteurs $\vec{P}$ et $\vec{\varpi}_i$ dont les composantes soient

$$\begin{cases} P_x = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial X}, & P_y = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial Y}, & P_z = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial Z}, \\ \varpi_{x_i} = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial \xi_i}, & \varpi_{y_i} = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial \eta_i}, & \varpi_{z_i} = -\dfrac{h}{2\pi i}\dfrac{\partial}{\partial \zeta_i}. \end{cases} \tag{6}$$

Il est aisé de vérifier qu'en vertu de (2) et de (3) la fonction

$$\varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t)$$

obéit, dans l'espace formé par les coordonnées dont elle dépend, à l'équation

$$\left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_{1}^{N}{}_i \frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2 - \frac{1}{2m}\left(\sum_{1}^{N}{}_i \vec{\varpi}_i\right)^2 + V\right]\varphi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t) = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\varphi(X, \ldots, \zeta_N, t). \tag{7}$$

Il est possible de simplifier la forme de cette équation en profitant de la remarque suivante : dans l'espace X, Y, Z, $\xi_1, \ldots, \zeta_N$, la fonction φ n'a un sens physique que sur la multiplicité S définie par les relations (5) et, par suite, on peut modifier arbitrairement ses valeurs en dehors de la multiplicité en question.

Introduisons donc les variables

$$(8)\qquad u_i = \xi_i - \frac{A}{m}, \qquad v_i = \eta_i - \frac{B}{m}, \qquad w_i = \zeta_i - \frac{C}{m},$$

et considérons la fonction

$$(9)\qquad \Phi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t) = \varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t)$$

obtenue en substituant dans φ les variables $u_1, \ldots, w_N$ respectivement aux variables $\xi_1, \ldots, \zeta_N$. La fonction Φ se confond évidemment avec φ sur la multiplicité S et peut par suite lui être substituée comme fonction d'onde du système.

En posant

$$(10)\qquad \varpi'_{x_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial u_i}, \qquad \varpi'_{y_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial v_i}, \qquad \varpi'_{z_i} = -\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial w_i},$$

on trouve par un calcul facile

$$(11)\qquad \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2 + V\right]\Phi$$
$$= \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}'_i)^2 - \frac{1}{2m}\left(\sum_{i=1}^{N}\varpi'_i\right)^2 + V\right]\varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t).$$

L'équation (7) nous montre que le second membre de (11) est égal à

$$\frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\varphi(X, Y, Z, u_1, \ldots, w_N, t) \equiv \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial}{\partial t}\Phi(X, Y, Z, \xi_1, \ldots, \zeta_N, t).$$

On a donc

$$(12)\qquad \left[\frac{1}{2m}(\vec{P})^2 + \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2 + V\right]\Phi = \frac{h}{2\pi i}\frac{\partial\Phi}{\partial t}.$$

D'où il résulte que dans le problème de Mécanique ondulatoire envisagé, on *peut* prendre pour partie cinétique de l'hamiltonien l'expression

$$\frac{1}{2m}(P)^2 + \sum_{i=1}^{N}\frac{1}{2m_i}(\vec{\varpi}_i)^2.$$

Le premier terme correspond à l'énergie cinétique du centre de gravité supposé doué de la masse totale et le second à l'énergie cinétique totale des corpuscules du système dans leur mouvement relatif autour du centre de gravité. On peut donc dire que le théorème de Kœnig est valable en Mécanique ondulatoire.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Vaccination contre le typhus exanthématique par le virus typhique vivant, desséché et enrobé.* Note [1] de MM. **Charles Nicolle** et **J. Laigret.**

L'immunisation de l'homme contre le typhus à l'aide du virus typhique vivant a été tentée, par l'un de nous, dès 1911. On ne disposait alors que du *virus typhique historique*, d'emploi difficile à cause de son pouvoir pathogène élevé. Après avoir donné des résultats satisfaisants au cours d'essais limités, la méthode ne s'est pas montrée susceptible d'application étendues.

Elle a été récemment reprise, dans des conditions rendues éminemment plus favorables par la connaissance que nous avons des *virus typhiques murins*, beaucoup moins dangereux pour l'homme. Au Maroc, G. Blanc a vacciné plusieurs centaines d'individus avec un virus isolé des rats de Casablanca et atténué par la bile. Malgré cette atténuation, d'assez nombreux vaccinés ont contracté des typhus bénins, du fait de la vaccination.

Nous avons utilisé, pour notre part, un virus isolé des rats du port de Tunis par H. Sparrow, en prenant la précaution d'enrober ce virus, afin de retarder sa diffusion dans l'organisme. Nos essais contre le typhus ont été conduits parallèlement à ceux que nous rapportons, dans une Note précédente [2], au sujet de la vaccination de la fièvre jaune. Les mêmes procédés d'enrobage ont été mis en œuvre.

Tout d'abord des cerveaux de cobayes et de rats, infectés du virus I des rats du port de Tunis, ont été desséchés, *incorporés en jaune d'œuf*, puis repris *en suspension aqueuse*. Les doses ont été de 1/200e de cerveau pour chaque vacciné, exceptionnellement une fois de 1/40e de cerveau. Sur neuf sujets traités, cinq ont contracté un typhus, bénin dans tous les cas, mais nettement caractérisé. Tous les vaccinés ont fourni des sérums positifs à la réaction de Weil-Felix. Il est à remarquer que les cinq cas de typhus fébrile ont été consécutifs à l'emploi d'un cerveau de rat. (Deux vaccins préparés identiquement avec des cerveaux de cobayes n'ont provoqué aucune fièvre). Le procédé a été abandonné.

Cent cinquante trois sujets ont été ensuite traités par une ou plusieurs inoculations du même virus vivant *en suspension huileuse*. Ces vaccinations représentent, au total, 208 inoculations : 98 ont été faites avec un virus sec

(1) Séance du 29 juillet 1935.

(2) *Comptes rendus*, 201, 1935, p. 312.

simplement enrobé dans l'huile, 110 avec un virus sec *doublement enrobé*, d'abord dans le jaune d'œuf, puis dans l'huile. Les doses ont été de 1/800ᵉ à 1/200ᵉ de cerveau pour la première inoculation, complétée à 25 ou 30 jours d'intervalle par une deuxième inoculation plus forte et, chez un certain nombre de vaccinés, par une troisième inoculation représentant une véritable épreuve d'immunité, puisqu'elle a comporté 1/50ᵉ, 1/25ᵉ et, parfois, 1/12ᵉ de cerveau.

Dans le premier lot (virus sec dans l'huile, sans jaune d'œuf), on a encore observé un cas de typhus, bénin, mais indiscutable. Il fut provoqué par un vaccin fait de cerveau de rat. Le sérum du sujet est devenu agglutinant pour le *Proteus* X. 19. Dans deux autres cas, exceptionnels, la réaction de Weil-Felix s'est montrée positive, sans qu'il y ait eu de fièvre. Elle est restée négative chez les autres vaccinés du lot.

Dans le deuxième lot (enrobage double en jaune d'œuf, puis huile), *il n'y eut, sur* 110 *inoculés, aucune fièvre*. Les doses terminales ont atteint 1/50ᵉ de cerveau de rat onze fois, de cobaye douze fois, 1/25ᵉ de cerveau de rat neuf fois, de cobaye deux fois, 1/12ᵉ de cerveau de rat cinq fois. Ces épreuves ont été supportées sans le moindre incident. Jamais la réaction de Weil-Felix ne s'est montrée positive.

Sur un vacciné fébrile du premier groupe ont été nourris des poux, qui se sont infectés. Leur produit de broyage, inoculé à un cobaye, lui a donné le typhus. A partir de ce cobaye, on a effectué un deuxième passage positif. Les cobayes du second passage ont présenté des fièvres typiques et l'un d'eux, éprouvé ensuite avec le virus historique, a résisté. Par conséquent il est prudent d'épouiller les sujets avant la vaccination. Nous l'avons toujours fait. Aucune méthode de vaccination contre le typhus ne saurait d'ailleurs être considérée autrement que comme une mesure complémentaire de la destruction des poux, qui reste l'arme prophylactique classique dans la lutte contre le typhus.

Notre virus murin immunise contre le virus historique. Par les inoculations aux animaux, nous avons contrôlé que *tous nos vaccins contenaient le virus vivant*. Nous avons inoculé ce virus vivant à l'homme à des doses capables de l'infecter. Nous avons, de dix fois et cent fois, dépassé ces doses lorsque nous avons inoculé 1/25ᵉ et 1/12ᵉ de cerveau. Par conséquent, *a priori*, nos vaccinations *doivent* être efficaces; mais rien ne nous permet encore d'affirmer que, dans la pratique, il en est bien ainsi.

Il est important déjà qu'on ait pu inoculer un virus typhique vivant, à l'homme, à des doses élevées, sans provoquer de fièvre. La méthode de

l'enrobage double s'est montrée parfaite à ce point de vue. Elle a, dès à présent, à son actif plus de cent inoculations, sans la moindre réaction thermique. Nos essais continuent.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *Variations des rapports physiologiques en corrélation avec la maladie du Feu sauvage chez la feuille du Tabac.* Note (¹) de MM. **Henri Lagatu** et **Louis Maume**.

La maladie du Feu sauvage (Wild fire) se manifeste, quand elle atteint un certain degré, par des taches nettement visibles sur les feuilles. Dans le dessein d'établir comparativement, après la récolte, les diagnostics foliaires NPK CaMg de plants saints et de plants malades, des échantillonnages de feuilles ont été opérés, au début de septembre 1934, sous le contrôle de l'inspecteur des Tabacs de Périgueux, sur des plants en séchoir, dans deux plantations de la commune de Belvès (Dordogne), lieu dit Pech sec; plantations très voisines; le sol y est de même nature, mais les exploitations sont différentes. On a prélevé dans chaque cas les feuilles occupant, à partir du bas de la tige, les rangs 3, 6, 9.

I. Sujets sains dans la plantation indemne.
II. Sujets apparemment sains dans la plantation atteinte de Feu sauvage.
III. Sujets malades avec taches dans cette même plantation atteinte.

	Pour 100 de matière sèche de la feuille.						Pour $N+P^2O^5+K^2O=100$			
	CaO.	MgO.	N.	P^2O^5.	K^2O.	S = $N+P^2O^5+K^2O$.	N.	P^2O^5.	K^2O.	$\frac{K^2O}{N}$.
I.										
9ᵉ feuille....	7,55	0,75	3,39	0,45	6,02	9,86	34,38	4,56	61,06	1,78
6ᵉ »	7,85	0,80	2,14	0,33	6,38	8,85	24,18	3,73	72,09	2,98
3ᵉ »	9,60	0,92	1,75	0,27	6,35	8,37	20,91	3,22	75,87	3,63
Moyennes.	8,33	0,82	2,43	0,35	6,25	9,03	26,49	3,84	69,67	2,79
II.										
9ᵉ feuille....	7,05	0,75	2,67	0,39	5,26	8,32	32,09	4,69	63,22	1,97
6ᵉ »	8,25	0,84	2,29	0,34	5,65	8,28	27,66	4,10	68,24	2,47
3ᵉ »	10,00	0,85	1,70	0,24	5,43	7,37	23,07	3,25	73,68	3,19
Moyennes.	8,43	0,81	2,22	0,32	5,45	7,99	27,61	4,01	68,38	2,54
III.										
9ᵉ feuille....	8,20	0,86	3,24	0,50	4,45	8,19	39,56	6,11	54,33	1,37
6ᵉ »	9,35	0,88	2,61	0,39	3,64	6,64	39,31	5,87	54,82	1,39
3ᵉ »	10,63	0,99	1,70	0,25	3,36	5,31	32,01	4,71	63,28	1,98
Moyennes.	9,39	0,91	2,52	0,38	3,82	6,71	36,96	5,56	57,48	1,58

(¹) Séance du 29 juillet 1935.

La somme complexe $S = N + P^2O^5 + K^2O$ pour 100 de matière sèche de la feuille décroît quand on passe de I à II et à III : *la feuille saine* I *est beaucoup plus minéralisée en* NPK *que la feuille* III *atteinte de Feu sauvage.* La feuille II présente une minéralisation NPK intermédiaire, indiquant que, si elle est apparemment saine, elle n'en est pas moins sur la pente qui conduit à la maladie. On retrouve pour II cette situation chimique intermédiaire en examinant divers rapports physiologiques; et le saut est toujours moins brusque de I à II que de II à III.

Le rapport K^2O/N doit être particulièrement retenu : *les plants atteints de Feu sauvage présentent*, *comparativement aux plants sains*, *une carence de la potasse relativement à l'azote.*

La chaux augmente des plants sains aux plants malades; elle tend à suppléer la potasse manquante. La magnésie augmente de manière insignifiante. L'acide phosphorique augmente dans l'équilibre NPK en quantités appréciables de I à II et à III.

Les teneurs relatives aux trois rangs des feuilles échantillonnées dans chacun des trois cas peuvent, d'après la notion des *relais foliaires* (1) être considérées comme applicables à *la feuille* de chaque type de végétation, évoluant dans le temps et sans localisation déterminée. A ce titre les moyennes inscrites ont une signification qui permet d'exprimer par ces seules moyennes les comparaisons des cas I, II, III.

Le chimisme foliaire des plants atteints de Feu sauvage est-il la cause de la maladie ou simplement un symptôme chimique adjoint aux taches, la maladie ayant une autre cause? La méthode analytique ne peut, à elle seule, répondre à cette question; des expériences réalisant à volonté soit l'apparition, soit la disparition de la maladie peuvent seules en décider. Mais il y a déjà des observations culturales répondant à ces deux épreuves : 1° l'apparition du Feu sauvage sur des plantations où la fumure est surchargée en azote rapidement assimilable et insuffisante en potasse ; 2° le succès complet obtenu en 1932 chez un expert planteur dans un champ où le Tabac succédait à la même plante gravement atteinte de Feu sauvage, par l'application de la méthode de redressement de M. René Hernu, à savoir : chaulage très abondant, avec par hectare 400^{kg} de sulfate de potasse, 1000^{kg} de scories de déphosphoration, 1000^{kg} de tourteau d'arachide (ni engrais minéral azoté, ni fumier). Cette fumure, par son azote, lentement assimilable et par sa dose de potasse, correspondait par anticipation à celle qu'on peut déduire de nos diagnostics foliaires. Ainsi, l'abaissement excessif du rapport K^2O/N, qui, d'après nos diagnostics

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 881.

foliaires, est *certainement* lié à la maladie du Feu sauvage, lui est lié *vraisemblablement* à titre de cause physiologique initiale.

Comme les maladies par carence existent chimiquement avant de déterminer les symptômes visibles au simple regard, le diagnostic foliaire pourrait dépister les cas tels que notre échantillon II où une plantation approche des conditions qui déterminent le Feu sauvage.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

The Norwegian North Polar Expedition, 1893-1896. *Scientific Results*, edited by Fridtjof Nansen.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur les formules de récurrence des semi-invariants de la loi de Bernoulli et de la loi de Pascal à n variables.* Note (¹) de M. **Sven Guldberg**, présentée par M. Émile Borel.

M. Ragnar Frisch (²) a donné une formule de récurrence des semi-invariants de la loi de Bernoulli à une variable.

La loi de Bernoulli de n variables

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{h!}{\left(k - \sum_{i=1}^{n} x_i\right)! \, x_1! \, x_2! \ldots x_n!} p_1^{x_1} p_2^{x_2} \ldots p_n^{x_n} \left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i\right)^{k - \sum_{i=1}^{n} x_i}$$

est la probabilité pour que l'évènement E_i avec la probabilité p_i se présente x_i fois, et l'évènement *non* $(E_1 E_2 \ldots E_n)$ avec la probabilité $1 - \sum_{i=1}^{n} p_i = r$ se présente $k - \sum_{i=1}^{n} x_i$ en k épreuves.

(¹) Séance du 24 juin 1935.

(²) *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 274.

Les semi-invariants sont définis par l'identité formelle

$$e^{\lambda_{10\ldots0}u_1+\lambda_{01\ldots0}u_2+\ldots+\lambda_{00\ldots1}u_n+\frac{1}{2!}[\lambda_{20\ldots0}u_2^2+\lambda_{02\ldots0}u_2^2+\ldots+\lambda_{00\ldots2}u_n^2+2(\lambda_{11\ldots0}u_1u_2+\ldots+\lambda_{00\ldots11}u_{n-1}u_n)]+\ldots}$$

$$=\sum_{(x_1)}\sum_{(x_2)}\cdots\sum_{(x_n)} f(x_1, x_2, \ldots, x_n)\, e^{x_1u_1+x_2u_2+\ldots+x_nu_n} = \varphi(u_1, u_2, \ldots, n_n).$$

Dans le cas de la loi de Bernoulli, on a

$$\varphi(u_1, u_2, \ldots, u_n) = (r + p_1 e^{u_1} + p_2 e^{u_2} + \ldots + p_n e^{u_n})^k$$
$$= r^k(1 + a_1 e^{u_1} + a_2 e^{u_2} + \ldots + a_n e^{u_n})^k \qquad \left(a_i = \frac{p_i}{r}\right).$$

Pour le semi-invariant d'ordre $(f_1 + \ldots + f_i + \ldots + f_n)$ nous aurons

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n} = k\,\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i+\ldots+f_n}}{\partial u_1^{f_1}\ldots\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_n^{f_n}}$$
$$\times\,[\ln(1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n}) + \ln r]$$
$$(u_i = 0;\ i = 1, \ldots, n),$$

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n} = k\,\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-1+\ldots+f_n}}{\partial u_1^{f_1}\ldots\partial u_i^{f_i-1}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,\frac{a_i e^{u_i}}{1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n}}$$
$$(u_i = 0;\ i = 1, 2, \ldots, n),$$

$$a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\ln(1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n}) = \frac{a_i e^{u_i}}{1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n}}.$$

Les a et les u étant indépendants

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n} = a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\left[k\,\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-1+\ldots+f_n}}{\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_i^{f_i-1}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,\frac{a_i e^{u_i}}{\ln(1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n})}\right]$$
$$= a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\left[k\,\frac{\partial^{f_1+\ldots+f_i-2+\ldots+f_n}}{\partial u_i^{f_i}\ldots\partial u_i^{f_i-2}\ldots\partial u_n^{f_n}}\,1 + a_1 e^{u_1} + \ldots + a_i e^{u_i} + \ldots + a_n e^{u_n}\right]$$
$$(u_i = 0;\ i = 1, \ldots, n),$$

nous avons donc la formule de récurrence

$$\lambda_{f_1,\ldots,f_i,\ldots,f_n} = a_i\frac{\partial}{\partial a_i}\lambda_{f_1,\ldots,f_i-1,\ldots,f_n}.$$

La loi de Pascal à n variables

$$f(x_1, x_2, \ldots, x_n) = \frac{(k + x_1 + x_2 + \ldots + x_n)!}{k!\,x_1!\,x_2!\ldots x_n!}\,p_1^{x_1}p_2^{x_2}\ldots p_n^{x_n}\left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i\right)^{k+1}.$$

Pour la fonction génératrice, nous aurons

$$\varphi(u_2, u_2, \ldots, u_n) = \sum_{x_1=0}^{\infty} \sum_{x_2=0}^{\infty} \cdots \sum_{x_n=0}^{\infty} \frac{(k + x_1 + x_2 + \ldots + x_n)!}{k!\, x_1!\, x_2! \ldots x_n!}$$
$$\times (p_1 e^{u_1})^{x_1} (p_2 e^{u_2})^{x_2} \ldots (p_n e^{u_n})^{x_n} r^{k+1}$$
$$= r^{k+1} \left(1 - \sum_{i=1}^{n} p_i e^{u_i} \right)^{-(k+1)}.$$

Comme plus haut, nous trouvons la formule de récurrence

$$\lambda_{f_1, \ldots, f_i, \ldots, f_n} = p_i \frac{\partial}{\partial p_i} \lambda_{f_1, \ldots, f_i - 1, \ldots, f_n}.$$

Pour $n = 1$, la formule est donnée par M. Paul Quale [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques de l'équation de M. S. Chapman*. Note [2] de M. **Constantin Popovici**, transmise par M. Émile Borel.

1. L'équation intégrale, devenue classique,

$$\varphi(x, y; s, t) = \int_a^b \varphi(z, y; s, u)\, \varphi(x, z; u, t)\, dz \tag{1}$$

a été introduite par M. S. Chapman dans l'étude du mouvement brownien [3].

Nous voulons donner des solutions périodiques de cette équation, la périodicité étant conçue d'une manière plus générale; c'est-à-dire $\xi(x)$, $\alpha(x)$; $\eta(y)$, $\beta(y)$; $\sigma(s)$, $\gamma(s)$; $\tau(t)$, $\delta(t)$ étant huit fonctions données, on ait

$$\varphi(\xi, \eta; \sigma, \tau) = \alpha\beta\gamma\delta\, \varphi(x, y; s, t). \tag{2}$$

---

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 150.

(2) Séance du 16 juillet 1935.

(3) Cette équation exprime la *probabilité* qu'une molécule passe du point x de l'intervalle ab et de l'état s, au point y et l'état t. Une belle étude de l'équation de Chapman a été faite, à d'autres points de vue, par M. B. Hostinsky, [*Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk de Brno* (Tchécoslovaquie), 1932, **156**, p. 1-35; **180**, 1934, p. 9].

2. Introduisons trois suites de *fonctions arbitraires* à deux variables $\varphi(x, p)$, $\psi(y, p)$, $\lambda(s, p)$ et mettons

$$\varphi(x, y; s, t) = \sum_{p=1}^{n} \varphi(x, p)\,\psi(y, p)\,\frac{\lambda(s, p)}{\lambda(t, p)}, \tag{3}$$

p entier, n pouvant être fini ou infini. Exprimons que (3) soit une solution de (1), on arrive à

$$\varphi(x, y; s, t) = \int_a^b \sum_{p,q=1}^{n} \varphi(x, q)\,\psi(y, p)\,\frac{\lambda(u, p)\,\lambda(s, q)}{\lambda(t, p)\,\lambda(u, p)}\,\varphi(z, p)\,\psi(z, q)\,dz, \tag{1'}$$

ce qui exige

$$\int_a^b \varphi(z, p)\,\psi(z, q)\,dz = \begin{cases} 0 & \text{si } p \neq q, \\ 1 & \text{si } p = q. \end{cases} \tag{4}$$

3. Nous voyons que la fonction à deux variables $\varphi(z, p)$ peut être prise arbitraire et l'on pourra trouver d'une infinité de manières des fonctions $\psi(z, q)$ orthogonales à $\varphi(z, p)$.

En effet prenons une fonction arbitraire $h(z, q)$ et soient

$$\int_a^b \varphi(z, p)\,h(z, q)\,dz = c_{p,q}.$$

Il suffit de prendre des *nombres* $k_{p,q}$ tels que

$$\sum_{q=1}^{n} c_{p,q}\,k_{p,q} = \begin{cases} 0 & \text{si } p \neq q, \\ 1 & \text{si } p = q, \end{cases} \tag{5}$$

et alors

$$\psi(z, q) = \sum_p k_{p,q}\,h(z, p). \tag{6}$$

La question de la recherche des *fonctions* orthogonales est ainsi réduite à la recherche des *nombres* orthogonaux.

4. Cherchons maintenant les conditions que doivent remplir les $\varphi(x, p)$, $\psi(y, p)$ et $\lambda(s, p)$ pour que nos solutions satisfassent à la loi générale de périodicité (2). On devrait avoir

$$\varphi[\xi(z), p] = c_1\,\alpha(z)\,\varphi(z, p), \qquad \psi[\eta(z), p] = c_2\,\beta(z)\,\psi(z, p), \tag{7}$$

$$\lambda[\sigma(z), p] = c_3\,\gamma(z)\,\lambda(z, p), \qquad \lambda[\tau(z), p] = c_4\,\delta^{-1}(z)\,\lambda(z, p) \quad (c_1 c_2 c_3 = c_4). \tag{8}$$

Nous avons donné [1] les solutions de telles équations. Par exemple,

---

[1] *Bulletin des Sciences mathématiques*, 53. Paris, juillet-août 1929, p. 213-224 et 232-247.

désignons, quelle que soit une fonction f, par

$$f_{\pm n} = f(\xi_{\pm n}) \quad \text{où} \quad \xi_{\pm n} = \xi[\xi_{\pm n-1}(z)].$$

Mettons encore $A = 1 : c_1 \alpha(z)$, alors

$$(9) \quad \varphi(z, p) = \sum_{n=-\infty}^{+\infty} \prod^{n} v_n \quad \text{où} \quad \prod^{n} = A A_1 \ldots A_{n-1}, \qquad \prod^{-n} = 1 : A_{-1} A_{-2} \ldots A_{-n},$$

$v(z, p)$ fonction arbitraire, qu'on peut choisir pour la convergence.

Pareilles solutions pour les ψ. Quant à λ, celle-ci devant satisfaire à la fois aux deux équations fonctionnelles, elle sera soumise à certaines conditions de compatibilité, par exemple, si σ et τ sont permutables, il faut que $\lambda[\tau(z), p] = \lambda[\sigma(z), p]$. Mettons $\sigma(z) = \mu(\tau)$ alors

$$\lambda[\tau(z), p] = \lambda[\mu(\tau), p],$$

c'est-à-dire λ périodique en μ. Toute fonction arbitraire, symétrique et convergente des itérés positives et négatives $\lambda(\mu_{-n}, \ldots, \mu_{-1}, \mu_0, \mu_1, \ldots, \mu_n)$, $n \to \infty$ sera une solution périodique en μ et nous avons montré (*loc. cit.*) qu'on peut construire une infinité de telles solutions.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'ultraconvergence des séries entières.* Note [1] de M. G. **Bourion**.

Les séries considérées dans cette Note auront toutes le cercle-unité $|x| < 1$ comme cercle de convergence.

1. La condition nécessaire et suffisante pour qu'il existe une série de Taylor qui ne soit pas à structure lacunaire [2] et dont une suite de sommes partielles converge uniformément sur un ensemble donné E, fermé et borné, extérieur au cercle-unité, est que E *soit de capacité nulle*.

J'avais prouvé antérieurement la nécessité de cette condition.

2. Soit une série de Taylor dont une suite $\{s_{n_k}\}$ de sommes partielles converge uniformément dans un domaine $\mathfrak{U}$ contenant le cercle-unité; soient $f(x)$ la fonction définie par la série, $\mathcal{E}$ le domaine d'existence de $f(x)$.

---

(1) Séance du 8 juillet 1935.

(2) J'entends par série *à structure lacunaire* la somme d'une série présentant des lacunes dont la largeur relative est bornée inférieurement et d'une série à rayon de convergence plus grand.

Considérons un point singulier x_0 de $f(x)$ situé à la frontière du cercle de convergence $|x|=1$, et un angle $\mathcal{A}$ de sommet x_0 qui jouit de la propriété suivante, alors qu'aucun angle contenant $\mathcal{A}$ n'en jouit [1] : A tout angle $\mathcal{A}'$ intérieur à $\mathcal{A}$ au sens strict, on peut associer un voisinage V de x_0 suffisamment restreint pour que les points de $\mathcal{A}'$ compris dans V soient intérieurs à $\mathcal{E}$.

Alors : *$\mathcal{A}$ jouit de la même propriété relativement au domaine d'ultraconvergence $\mathcal{U}$.*

L'ouverture de $\mathcal{A}$ est donc 2π au plus; et, s'il y a en x_0 plusieurs angles tels que $\mathcal{A}$, la somme de leurs ouvertures ne peut surpasser 2π [2].

S'il existe en x_0 des demi-tangentes au contour du domaine d'existence, le théorème énoncé ci-dessus signifie que le contour du domaine d'ultraconvergence admet les mêmes demi-tangentes.

3. Soit une série $\Sigma a_n x^n$, dont le rayon de convergence est égal à *un*, où l'on ne peut faire apparaître autour des m_k que des lacunes de largeur relative bornée *supérieurement* par un nombre $\lambda - 1$. Alors *le domaine d'ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$ *est borné* [intérieur à un cercle $|x| < \mathrm{R}(\lambda)$, où $\mathrm{R}(1)=1$)].

4. Soit $a_n = 0$ pour $m_k < n \leqq n_k$ $(k=1, 2, 3, \ldots)$; ne faisons pas d'hypothèses sur les lacunes [3] et supposons que les polynomes compris entre les lacunes aient une largeur relative bornée supérieurement : $\overline{\lim}\, m_{k+1} : n_k = \mu$ (μ fini) ; *le domaine d'ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$ *est encore borné.*

5. Considérons une série de Taylor (S) dont une suite de sommes partielles $\{s_{n_k}\}$ *a un domaine d'ultraconvergence* $\mathcal{U}$ *s'étendant à l'infini :* la série donnée ne diffère que par une fonction entière d'une série (S′) qui présente des lacunes de largeur relative indéfiniment croissante et $\mathcal{U}$ *est identique au domaine d'existence*. De plus, de quelque manière que l'on ait formé S′, la largeur relative des polynomes compris entre les lacunes croît indéfiniment. Ceci exige en particulier que $\overline{\lim}\, n_{k+1} : n_k = \infty$.

6. Dans les conditions du n° 4, considérons un point singulier x_0 à la frontière du cercle de convergence : ce point *ne peut être « bien accessible »*

---

(1) *A priori*, on pourrait avoir à considérer un angle $\mathcal{A}$ (pris sur une surface de Riemann ramifiée en x_0) dont l'ouverture surpasse 2π, puisqu'il n'est pas prouvé que $\mathcal{E}$ soit un domaine sans recouvrement.

(2) Le cas de plusieurs angles $\mathcal{A}$ se présente effectivement.

(3) La possibilité de l'ultraconvergence ne dépend pas des lacunes que la série présente effectivement, mais de celles qu'on peut y faire apparaître.

au sens de M. Pólya; autrement dit, l'ouverture de l'angle $\mathfrak{A}$ considéré au n° 2 est π.

Soit, d'autre part, $\pi[1+\omega(\varepsilon)]$ la mesure angulaire de la partie de la circonférence $|x-x_0|=\varepsilon$ comprise dans le domaine d'*ultraconvergence de la suite* $\{s_{m_k}\}$: on a $0 \leqq \overline{\lim}_{\varepsilon \to 0} \omega(\varepsilon) \leqq 2 \operatorname{arc tang} \sqrt{\mu - 1}$.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Au sujet de la détonation dans les moteurs Diesel.* Note (¹) de M. **René Retel**, présentée par M. Émile Jouguet.

Au cours des recherches sur l'injection du combustible qui m'ont été confiées par le Service technique de l'Aéronautique, j'ai étudié le fonctionnement d'un moteur Diesel à l'aide du manographe optique à faible inertie de M. Serruys.

Sur les diagrammes donnés par cet appareil, la détonation se traduit par une montée en pression extrêmement brutale, nettement distincte de l'augmentation de pression due à la combustion (*fig.* 1).

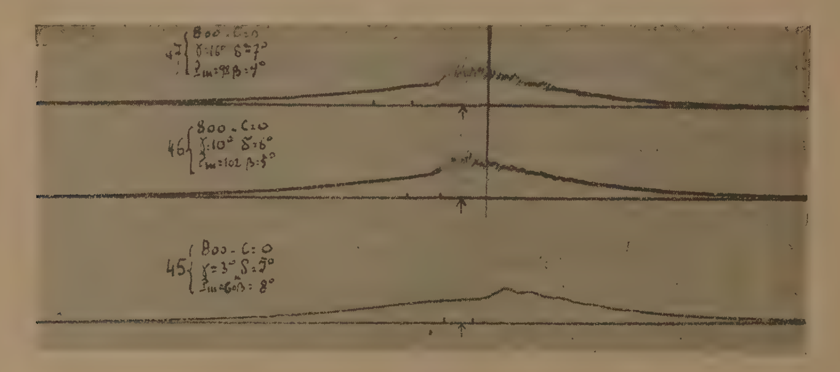


Fig. 1.

La mesure de l'amplitude du déplacement du spot permet d'apprécier l'intensité de la détonation, sans toutefois la caractériser de façon absolue. Il est vraisemblable, en effet, que la détonation est un phénomène local et que l'onde de choc qu'elle provoque s'amortit en partie au cours de son trajet dans la chambre du moteur. Par suite l'impulsion donnée à la

(¹) Séance du 16 juillet 1935.

membrane du manographe dépend de la distance du centre détonant à cette membrane. Cette distance étant inconnue, l'élongation mesurée ne constitue qu'une simple indication sur l'intensité réelle de la détonation et la valeur de la pression de choc à laquelle elle donne naissance.

Ces réserves faites, on constate que :

1° l'intensité de la détonation est indépendante de la charge et de la vitesse du moteur;

2° la détonation se produit presque toujours au début de la combustion et rarement lorsque celle-ci est déjà amorcée; elle ne semble donc pas résulter d'une accélération de la déflagration du combustible, mais présente, au contraire, le caractère d'une explosion spontanée;

3° pour le moteur étudié, le régime détonant n'apparaît que lorsque le combustible est injecté suffisamment avant le point mort haut.

Une injection tardive ne provoque pas de détonation.

4° pour une vitesse de rotation donnée, l'intensité de la détonation est d'autant plus grande que l'avance à l'injection est plus forte et le retard à l'inflammation plus élevé (*fig.* 2, vitesse 800 t. p. m.);

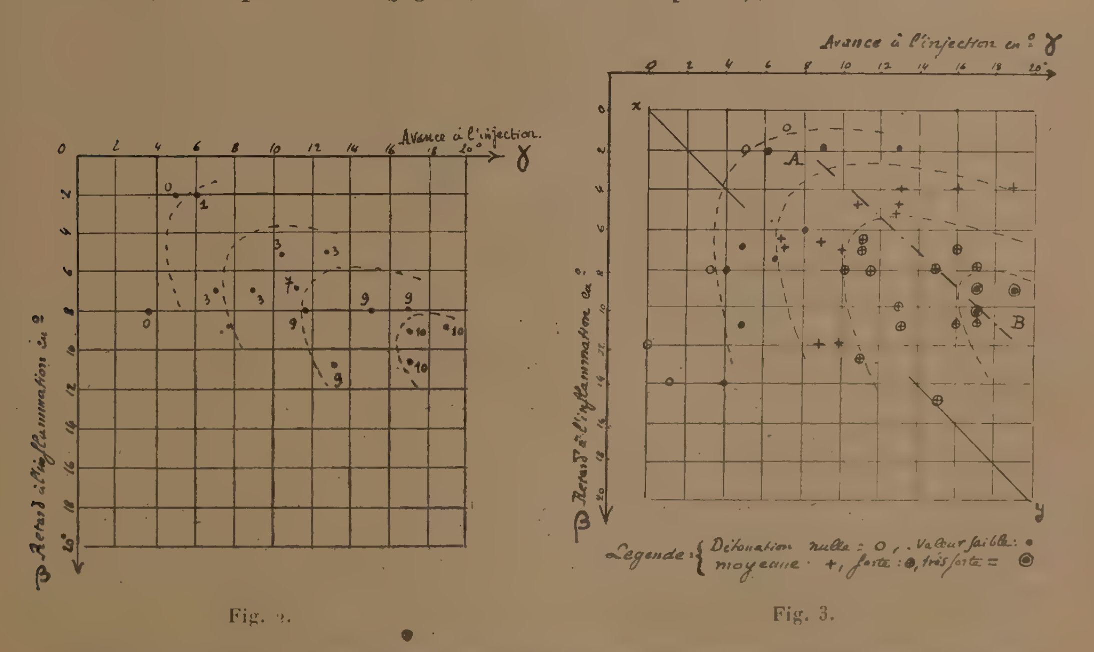


Fig. 2.

Fig. 3.

5° si l'on opère à des vitesses différentes du moteur, par exemple 400, 1200 et 1600 t. p. m., on constate que les points obtenus s'intercalent régulièrement entre ceux du précédent diagramme, ce qui élimine le facteur temps de cette représentation.

En remarquant par ailleurs que toute parallèle à la bissectrice des deux

axes de coordonnées représente un point du diagramme pression-volume, on constate que :

1° pour les inflammations se produisant au même point du diagramme P. V., la détonation est d'autant plus forte que l'avance à l'injection est plus grande;

2° l'axe général AB d'orientation des courbes, étant sensiblement parallèle à la bissectrice xy, représente un point critique pour lequel la détonation acquiert le maximum d'intensité;

3° pour une injection faite avec une certaine avance sur ce point critique, l'intensité de la détonation croît jusqu'à ce point critique, mais n'augmente plus après;

4° en deçà du point critique, la détonation est d'autant plus forte que l'écart angulaire entre le point d'injection et le point d'inflammation est plus grand.

Les choses se passent donc comme s'il se formait dans la chambre un corps ayant une aptitude particulière à la détonation, et cela en quantité d'autant plus grande que les température et pression d'inflammation sont plus éloignées des température et pression d'introduction du combustible et celles-ci elles-mêmes plus éloignées de celles du point critique.

Dans ces conditions, la détonation pourrait s'expliquer par la présence, dans la chambre, de produits légers provenant du craquage du combustible.

L'introduction du combustible à basse température favoriserait l'apparition de ces produits légers, et leur diffusion dans la chambre tendrait à accroître l'intensité de la détention.

Au contraire l'introduction du combustible à haute température, en augmentant la rapidité des phénomènes d'oxydation, entraînerait la disparition de ces produits légers et avec eux de la détonation.

Cette hypothèse explique le fait qu'une forte avance à l'injection s'accompagne toujours de la production de fumées noires indiquant la présence dans l'échappement de produits lourds, non brûlés. Tandis qu'un retard exagéré à l'injection provoque l'apparition de fumées blanches de nature nettement différente.

On voit en définitive que, pour diminuer l'intensité de la détonation, on devra réduire l'avance à l'injection et pour conserver un bon rendement, réduire corrélativement le délai d'inflammation.

On sera donc conduit à augmenter le plus possible la finesse de la pulvérisation. On aura d'autre part avantage à augmenter dans une certaine mesure le taux de compression du moteur.

AÉRODYNAMIQUE. — *Sur les caractéristiques de certaines cellules biplanes rigides d'envergure infinie.* Note [1] de M. **Miroslav Nénadovitch**, présentée par M. Henri Villat.

Nous avons signalé [2] les caractéristiques aérodynamiques principales des cellules biplanes rigides en courant plan, et nous avons montré que certaines d'entre elles comportant un décalage positif, un faible entreplan et une interinclinaison négative par rapport à l'aile inférieure possèdent des propriétés intéressantes au point de vue des applications aérotechniques.

Continuant l'étude de nos résultats expérimentaux nous avons mis en

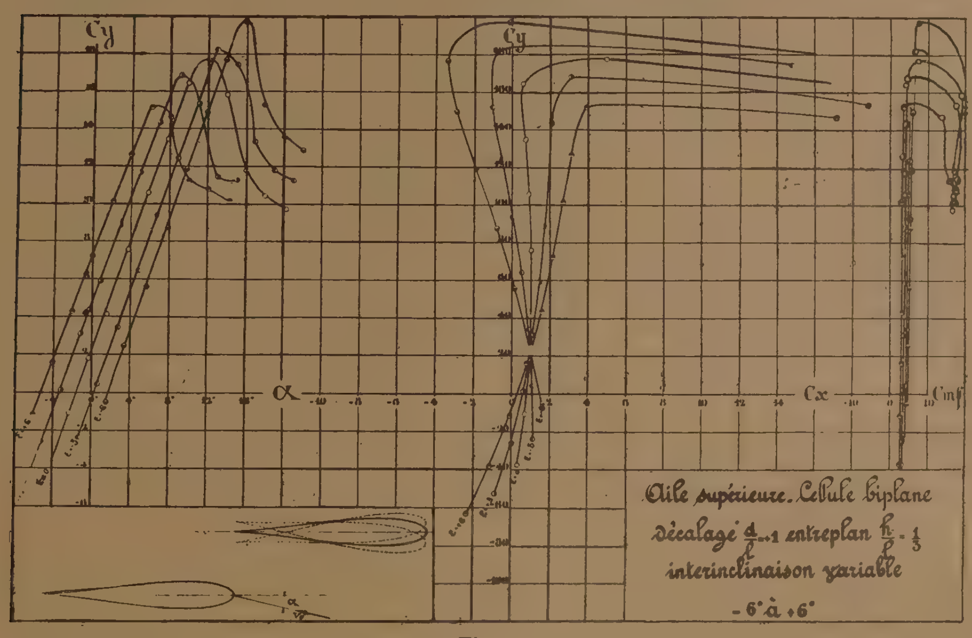


Fig. 1.

évidence les propriétés suivantes concernant l'influence particulière de l'interinclinaison ε aux incidences modérées pour les cellules biplanes rigides comportant un décalage positif et un entreplan variable :

1° Pour l'aile supérieure (*fig.* 1) les courbes unitaires $C_y = f(i)$ forment un faisceau de droites parallèles (dC_y/di indépendant de ε) et dont l'équidistance est fonction linéaire de ε.

---

(1) Séance du 1er juillet 1935.

(2) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 1573.

Les polaires de cette même aile forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons. L'écartement de ces polaires est fonction linéaire de ε pour un C_y donné. Le point d'intersection est peu variable avec l'entreplan. Le foyer résultant de cette aile est sensiblement confondu avec le foyer de l'aile isolée, mais le moment résultant est augmenté en fonction de ε.

2° Pour l'aile inférieure (*fig.* 2) les courbes unitaires $C_y = f(i)$ ont les

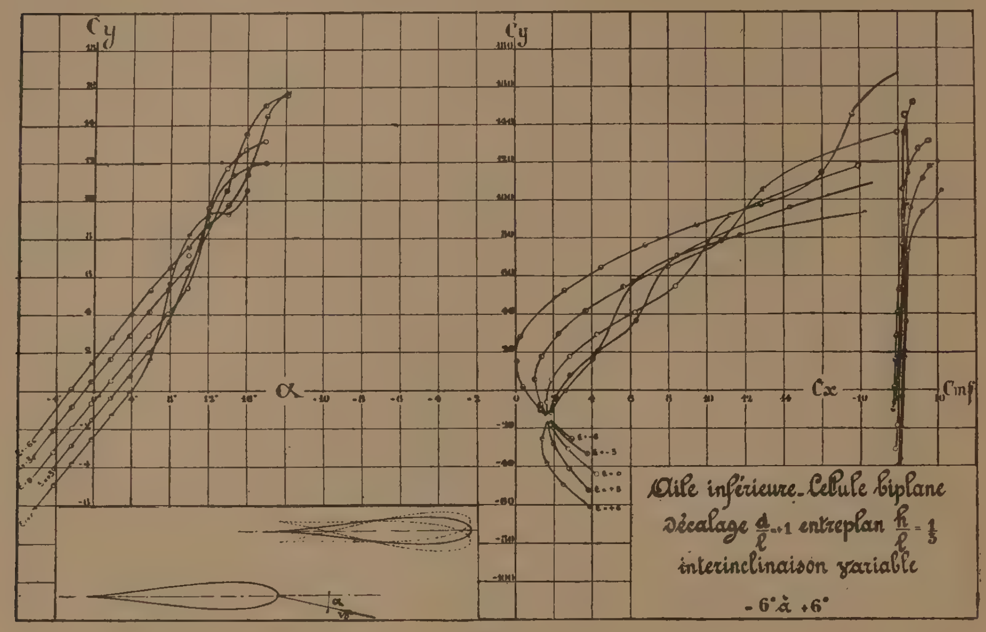


Fig. 2.

mêmes propriétés que ci-dessus sauf apparition d'un effet de fente pour des incidences d'autant plus grandes que ε est plus petit. Les polaires de cette même aile forment un faisceau divergent passant par un même point pour toutes les interinclinaisons et peu évolutif avec l'entreplan. Le foyer résultant et le moment correspondant de cette aile sont modérément modifiés en fonction de ε.

Il résulte de ces propriétés que les caractéristiques d'une *cellule biplane déformable* par interinclinaison d'une des ailes peuvent se déduire aisément de nos résultats expérimentaux.

A titre d'exemple nous donnons les courbes représentatives pour chacune des ailes d'une cellule biplane caractérisée par $h/l = 1/3$, $d/l = +1$ pour les interinclinaisons de $-6°$ à $+6°$.

MAGNÉTISME. — *Sur une méthode pour l'étude de vibrations magnétostrictives*. Note [1] de M. **Benjamin Gurewitch**, présentée par M. Paul Langevin.

Un circuit électrique oscillant peut être stabilisé entre certaines limites sur une fréquence déterminée [2] au moyen d'un barreau placé convenablement dans le circuit et vibrant par l'effet magnétostrictif. La fréquence de stabilisation est naturellement la fréquence propre du barreau.

Le champ excitateur ne peut pas dépasser une certaine intensité si l'on désire conserver la pureté des oscillations [3]. Le problème de l'amortissement de ces oscillations n'a pas encore été complètement traité. On a supposé généralement [4] que tout se passait comme si une résistance ohmique était introduite dans le circuit résonant du barreau. La grandeur même de la magnétostriction n'a été mesurée avec précision que dans le cas statique [5].

Enfin, relié du point de vue théorique [6] la magnétostriction a été reliée à l'hystérésis magnétique.

Je me propose dans la présente note de décrire une méthode permettant :

1° de mesurer les élongations de ces oscillations magnétostrictives du barreau en fonction des champs magnétiques permanent et alternatif auxquels il est soumis;

2° de déterminer l'amortissement des oscillations par enregistrement oscillographique de la décroissance des amplitudes dans le temps;

3° de déterminer la cause de l'amortissement par l'étude de l'effet magnétostrictif inverse en fonction des élongations.

La méthode employée est une généralisation de celle de Schulze [5]. Les élongations alternatives de l'extrémité du barreau produisent, comme dans le microphone électrostatique, une modulation à basse fréquence,

---

(1) Séance du 22 juillet 1935.

(2) G. W. Pierce, *Proc. Am. Acad.*, 63, n° 1, 1928, p. 1; K. C. Black, *ibid.*, 63, n° 2, p. 49.

(3) Giebe et Blechschmidt, *Ann. der Phys.*, 11, 1931, p. 905.

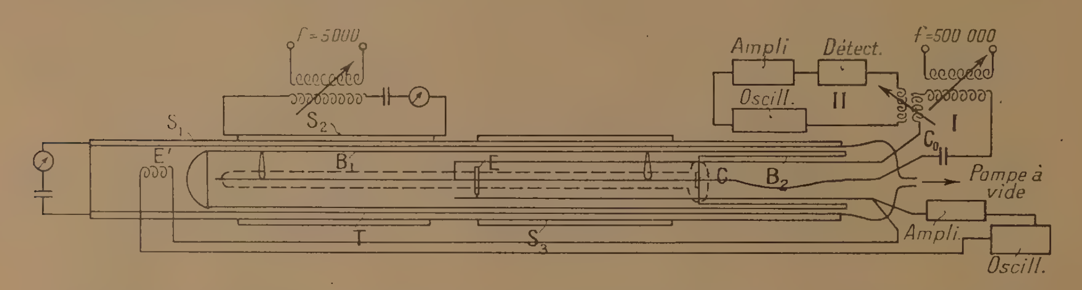
(4) Kopilowitch, *Phys. Z. Sow.*, 3, 1933, p. 561; Giebe et Blechschmidt, *Ann. der Phys.*, 11, 1931, p. 905; K. C. Black, *Proc. Am. Acad.*, 63, n° 2, 1928, p. 49 et suiv.

(5) A. Schulze, *Ann. der Phys.*, 5e série, 11, 1931, p. 937.

(6) R. Becker, *Phys. Z.*, 33, n° 23, 1932, p. 905. F. Bloch, *Z. f. Phys.*, 74, 1932, p. 333.

à la fréquence de la vibration, d'une oscillation haute fréquence avec laquelle le circuit comportant la petite capacité C de dimensions données est en résonance (voir figure). Les variations de la petite capacité C sont connues par l'étalonnage du courant en fonction de la capacité effectué à l'aide d'une faible capacité C_0 mise en dérivation.

Le barreau et la capacité C se trouvent placés dans un long tube de verre T dans lequel on fait le vide. Le barreau étudié a 3-4^{mm} de diamètre et porte à l'une de ses extrémités une des armatures du condensateur C, formée par une feuille ronde très mince de cuivre, collée entre deux disques plans en verre mince de 0^{mm},2 environ. L'armature légère ainsi formée est collée à l'extrémité du barreau de façon que celui-ci soit orienté perpendiculairement à l'armature.



Par deux suspensions à fils de cocon, le barreau est maintenu au milieu d'un tube B_1 en carton bakélisé qui porte deux larges fentes latérales permettant de répérer les positions respectives des deux suspensions. Ces deux positions peuvent être modifiées, les crochets des suspensions pouvant se déplacer en glissant dans une rainure aménagée le long du tube. Dans le tube B_1, entre à frottement doux un autre tube de bakélite B_2 qui porte à l'une de ses extrémités un plateau métallique formant l'autre armature de C. La distance entre les armatures peut être ainsi réglée à volonté et mesurée à travers la fente. Les fils de connection sont amenés à travers la tête du rodage du tube T. Ce rodage porte encore deux autres connections à la bobine d'exploration E qui sert à l'enregistrement de l'effet inverse le long du barreau.

Après ajustement, le tube de verre T est enfoncé dans une longue bobine S_1 produisant le champ homogène dans le barreau. Le long de cette bobine, on peut déplacer deux autres bobines plus courtes S_2 et S_3 destinées à produire le champ magnétique alternatif, à la fréquence fondamentale des vibrations longitudinales du barreau (près de 5000 par seconde).

Ainsi que le montre un calcul simple, le pendule formé par le barreau

en suspension ne peut pas suivre à la fréquence 5000. On peut donc produire les oscillations soit par une seule bobine (par exemple S_2) soit par les deux bobines S_2 et S_3 combinées, soit enfin par la bobine S_1 seule si l'on veut exciter le premier harmonique.

Le reste du montage ressort de la figure : le circuit I est en résonance légèrement désaccordée d'avec un oscillateur oscillant à la fréquence 500000/sec. Les variations de C produites par les vibrations modulent en basse fréquence le courant dans le circuit I. Le circuit II comporte le détecteur, l'amplificateur de la basse fréquence et ensuite l'enregistreur oscillographique Siemens. E' est une bobine destinée à compenser le couplage direct entre S_1 et E.

SPECTROSCOPIE. — *Sur les spectres d'émission moléculaires de quelques sels métalliques.* Note de M. **Pierre Mesnage**, transmise par M. Aimé Cotton.

L'objet de cette Note est de donner une première description très sommaire des spectres des chlorures de *fer*, *chrome* et *cobalt* qui, à ma connaissance n'ont pas encore été signalés. J'ai indiqué (1) les conditions expérimentales. La plupart des bandes en question pourront vraisemblablement être attribuées à des molécules diatomiques (notamment CoCl, CrCl, FeCl). Par contre un système donné dans l'ultraviolet par les chlorures de fer paraît de nature différente et provient peut-être d'une molécule triatomique.

Le spectre du *chlorure de cobalt* rappelle celui de $NiCl^2$ (*loc. cit.*) : nombreuses bandes visibles dont les principales sont :

1° bandes à arête bien nette, dégradées vers le rouge, que je n'ai pas encore réussi à faire entrer dans un schéma vibrationnel (elles forment peut-être plusieurs systèmes), dont les arêtes ont pour longueurs d'onde : 4353, 4462, 4489, 4507, 4541, 4702, 4833;

2° bandes sans dégradé distinct ayant l'aspect de raies floues groupées en séquences de bandes équidistantes : la principale en comprend 6 de 5081 à 5106 (intervalle moyen 19 cm^{-1});

3° un autre système d'aspect analogue à celui qui sera décrit pour $CrCl^3$ dont les maxima les plus intenses sont aux points 5617, 5668, 5738, 5837.

Le *chlorure chromique* a fourni :

---

(1) *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 2072.

1° un système de bandes dans l'ultraviolet : bandes dégradées vers le rouge, dont les plus intenses ressemblent à des raies (branches Q très intenses et serrées) et dont on peut proposer le classement vibrationnel suivant :

2614,3 (0,0)	2612,0 (1,0)	2610,3 (2,0)	–
22,3 (0,1)	19,9 (1,1)	18,1 (2,1)	–
29,8 (0,2)	27,0 (1,2)	–	2623,5 (3,2)
–	32,9 (1,3)	–	–
	–	38,1 (2,4)	–

2° un système dans le jaune et l'orangé : il se compose de sept groupes dont trois principaux. La dispersion n'étant que de 80 Å/mm. dans le rouge, leur structure paraît confuse : dans chaque groupe, quand la longueur d'onde augmente, les bandes d'abord bien distinctes et dégradées vers le rouge se serrent et donnent l'apparence d'une région continue limitée plus ou moins nettement du côté des grandes longueurs d'onde : cette « limite » (que j'appellerai L pour abréger) marque en général le maximum d'intensité du groupe, au delà les bandes réapparaissent dégradées semble-t-il vers le violet. On peut interpréter ces groupes comme des séquences ($v'-v''=$ const.) et supposer que les bandes changent de sens dans le cours d'une séquence en passant par des bandes sans tête.

Les principales longueurs d'onde sont :

Limites L...........	5484	5584	5906	6021	6195	6315
Principales bandes..	–	–	5844-62	6005	–	6259-68

Les *chlorures ferreux* et *ferrique* donnent le même spectre moléculaire : $FeCl^3$ donne seulement en plus de $FeCl^2$ les principales raies et le spectre continu ultraviolet du chlore. Outre deux bandes intenses dégradées vers le rouge, de longueurs d'onde 3205,8 et 3201,6, le spectre comprend de très nombreuses bandes visibles et un important système ultraviolet.

Les premières comprennent principalement :

1° un système, dans le bleu, présentant une certaine analogie avec le second système décrit pour $CrCl^3$ (groupes commençant par des bandes dégradées vers le rouge et changeant ensuite de sens)

Longueurs d'onde des principales bandes......	4696	4777	4863-77
» des limites L..........	–	4798	4886

2° un système vert apparemment de même type :

Longueurs d'onde des principales bandes.	5239-53	–
» des limites L..........	5303	5535

3° autres bandes, dégradées vers le rouge : 5857-75, 6125; vers le violet : 5990, 6066;

4° têtes de séquences dégradées vers le violet et imparfaitement résolues en bandes individuelles : 6389, 6479.

Le système ultraviolet comprend *huit groupes*, dont les maxima ont pour longueurs d'onde : 3663, 3615, 3566, 3521, 3475, 3431, 3388, 3345. Le sixième se montre partagé en *sous-groupes* limités chacun par une arête et dégradés vers le violet (les arêtes ont pour longueurs d'onde 3447, 3438, 3431, 3424, 3415), chaque sous-groupe étant à son tour divisé en *bandes élémentaires*. Les cinquième et septième groupes montrent des bandes mais les sous-groupes y sont peu marqués. Les autres n'ont que des traces ou pas du tout de structure. Les intervalles des groupes sont en moyenne de 370 cm^{-1}, ceux des sous-groupes de 70 cm^{-1}, ceux des bandes de 20 à 25 cm^{-1} : il semble donc y avoir une triple période et le système ne peut pas rentrer dans un schéma vibrationnel à deux dimensions. C'est pourquoi il est permis de se demander s'il ne provient pas de la molécule triatomique $FeCl^2$.

SPECTROSCOPIE. — *Spectres de diffusion (Effet Raman) et spectres d'absorption infrarouges d'alcools saturés aliphatiques et de carbures éthyléniques*. Note de MM. **Antonin Andant, Pierre Lambert et Jean Lecomte**, transmise par M. Aimé Cotton.

Nous avons déterminé les spectres de diffusion (Effet Raman) et les spectres d'absorption infrarouges (entre 500 et 1600 cm^{-1}), de huit alcools saturés aliphatiques et de huit carbures éthyléniques. Ces produits présentaient tous un degré de pureté très élevé : ils avaient été préparés au Laboratoire de Chimie physique de la Faculté des Sciences de Dijon [1].

Les techniques expérimentales étaient les mêmes que dans nos recherches antérieures [2].

On constate en étudiant ces résultats, qu'il y a intérêt, comme nous l'avons signalé maintes fois, à étudier simultanément les spectres Raman

---

[1] *Sur la préparation et les propriétés de ces corps*, voir André Meyer et Marcel Tuot, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1231; Marcel Tuot, *ibid.*, **197**, 1933, p. 1434.

[2] A. Andant, *Public. Scient. Minist. Air*, fasc. **21**, 1933, p. 1; *Congrès Chimie Industr.*, Paris, octobre 1934; J. Lecomte et P. Lambert, *Public. Scient. Minist. Air*, fasc. **34**, 1933, p. 1; J. Lecomte, *Comptes rendus*, **196**, 1933, p. 1011.

Alcools.

N° 1. Diméthyl-2.4-hexanol-4.
N° 2. Diméthyl-2.5-hexanol-2.
N° 3. Diméthyl-2.4-heptanol-5.
N° 4. Diméthyl-2.5-heptanol-5.
N° 5. Triméthyl-2.3.5-hexanol-3.
N° 6. Diméthyl-2.4-octanol-4.
N° 7. Triméthyl-2.4.6-heptanol-4.
N° 8. Triméthyl-2.4.7-octanol-4.

N° 1.		N° 2.		N° 3.		N° 4.		N° 5.		N° 6.		N° 7.		N° 8.	
R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.
								714	729		728				
742	745	737			743	747		743							754
757	752	776	760	778	764		787			783	764	779	765	785	
					818			829	812				825		827
839	856	845	831	845	859	845	824		856		862	859	862	844	858
877	892		906				892				889	890			904
932	915	930		922	919	914	926	939	918	916	939	945	924	926	937
971	962	968	972	969		971		968	967	970		972	965	975	
	998				1008	1016	998				1012		1020		1024
1013	1037		1076		1069				1065		1069	1053	1076		1073
	1080						1085	1117		1117					
1113		1111		1113		1118			1142		1145		1149		1141
1168	1142		1149	1170	1145	1162	1142	1171		1175		1188		1188	
	1257				1243				1237		1240		1237		1245
1355	–	1351	–	1367	–	1357	–	1363	–	1370	–	1369	–	1359	–
1465	–	1462	–	1465	–	1467	–	1465	–	1462	–	1469	–	1468	–
		1474	–	1472	–	1472	–	1475	–	1470	–	1475	–	1475	–

Carbures.

N° 9. Diméthyl-2.4-hexène-4.
N° 10. Diméthyl-2.5-hexène-2.
N° 11. Diméthyl-2.4-heptène-4.
N° 12. Diméthyl-2.5-heptène-5.
N° 13. Triméthyl-2.3.5-hexène-2.
N° 14. Diméthyl-2.4-octène-2.
N° 15. Triméthyl-2.4.6-heptène-3.
N° 16. Triméthyl-2.4.7-octène-4.

N° 9.		N° 10.		N° 11.		N° 12.		N° 13.		N° 14.		N° 15.		N° 16.	
R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.	R.	I. R.
		702										702			
					743		752				730				
775	769	769	769							786	776	797	793		759
	797	805	793	804	803	803	804						816		
844	837	848	855		843	840	864	850	848	862	843	860	852		858
	888		884		886		879		891		892		885		888
							917						920		
956		949	930	954	948	953	949	958	946	955	945	956		952	942
	970		977		993				984		1002		1005		1010
	1010			1038		1025	1016								
1032	1057		1080		1087		1069		1080						
		1107		1103		1108		1105		1103	1100	1102	1094	1098	1101
1120	1097														
	1167				1172		1158		1149	1163	1163	1165	1149		1154
1282	1301 ?	1264		1295						1295		1300		1283	
1327	–	1328	–	1327	–	1330	–	1330	–	1328	–	1329	–	1329	–
1380	–	1376	–	1380	–	1381	–	1382	–	1377	–	1377	–	1375	–
1450	–	1445	–	1452	–	1449	–	1454	–	1450	–	1449	–	1448	–
1667	–	1669	–	1667	–	1668	–	1667	–	1665	–	1665	–	1663	–

Les bandes Raman ou infrarouges particulièrement bien marquées ont été notées en chiffres gras. Le signe – indique que les mesures, dans le spectre infrarouge, ne sont pas assez précises, dans la région indiquée, pour permettre une comparaison avec les spectres Raman. Le groupement des bandes appartenant à des composés différents sur chaque ligne horizontale a été effectué pour faciliter les lectures et ne doit pas être considéré comme un classement des résultats.

et les spectres d'absorption infrarouges. Ainsi la raie Raman très forte vers 1600 cm^{-1}, bien connue et caractéristique de la double liaison, n'apparaît pour ainsi dire pas dans les spectres d'absorption. Par contre, il y a avantage à recourir au spectre infrarouge pour caractériser nettement la présence de la fonction alcool tertiaire : elle s'y traduit entre autres, par une bande très forte vers 1140 cm^{-1} et par une bande faible vers 1240 cm^{-1} qui n'ont pas de correspondances directes avec les spectres Raman. De plus, les maxima dus à la chaîne carbonée n'apparaissent pas simultanément dans les deux déterminations.

On reconnaît aisément que les deux méthodes permettent de distinguer entre eux les homologues successifs et les isomères. On voit également que les spectres des carbures éthyléniques ne rappellent pas ceux des alcools qui ont servi à les préparer. Ce résultat peut tenir, d'abord, à ce que la présence de la liaison éthylénique exerce une influence perturbatrice sur les vibrations propres de la chaîne carbonée. En outre, en admettant, suivant les conclusions de Kohlrausch, que les groupements OH et CH^3 soient, jusqu'à un certain point équivalents, le diméthyl-2.4-hexanol-4

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & & & OH & & & & \\ & & & & & & | & & & & \\ CH^3 & - & CH & - & CH^2 & - & C & - & CH^2 & - & CH^3 \\ & & | & & & & | & & & & \\ & & CH^3 & & & & CH^3 & & & & \end{array}$$

serait à comparer avec

$$\begin{array}{ccccccccccc} & & & & & & CH^3 & & & & \\ & & & & & & | & & & & \\ CH^3 & - & CH & - & CH^2 & - & C & - & CH^2 & - & CH^3 \\ & & | & & & & | & & & & \\ & & CH^3 & & & & CH^3 & & & & \end{array}$$

mais non pas (abstraction faite de la double liaison) avec le carbure correspondant à l'alcool

$$\begin{array}{ccccccccccc} CH^3 & - & CH & - & CH^2 & - & C & = & CH & - & CH^3 \\ & & | & & & & | & & & & \\ & & CH^3 & & & & CH^3 & & & & \end{array}$$

dont les modes de vibration sont différents de ceux de l'alcool.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les déformations accompagnant les traitements thermiques des métaux écrouis.* Note [1] de M. **Maurice Bonzel**, présentée par M. Léon Guillet.

Le réchauffage de pièces métalliques ayant subi un travail à froid préalable s'accompagne généralement de déformations dont l'importance pratique est considérable et le mécanisme complexe. Je me suis proposé d'une part d'analyser ce mécanisme, et d'autre part de rechercher s'il est possible de déterminer des conditions telles que ces déformations puissent s'annuler.

Ayant à choisir entre divers types d'écrouissages je me suis limité tout d'abord à l'étude des réactions au chauffage d'éprouvettes cylindriques écrouies par une torsion à froid initiale. Les éprouvettes ainsi préparées étaient placées verticalement dans l'axe d'un four à atmosphère et température contrôlées, et j'ai enregistré mécaniquement grâce à un dispositif très simple et facile à imaginer les déformations de ces éprouvettes pendant leur chauffage et leur refroidissement.

Plusieurs types de cycles thermiques ont été utilisés et les essais ont porté successivement sur des métaux purs (cuivre, nickel), des solutions solides (ferrite au chrome, austénites au nickel-chrome ou au manganèse), et des alliages à deux phases (alliage aluminium-cuivre, aciers au carbone de plusieurs nuances).

En faisant varier régulièrement la torsion initiale, j'ai obtenu des séries de graphiques dont la filiation très progressive montre clairement que les déformations ainsi enregistrées sont exclusivement dues à des influences systématiques liées aux caractères propres de l'alliage. L'ensemble des familles de courbes déformation-température présente le même caractère d'homogénéité que la figure 1 donnée comme exemple.

L'allure assez compliquée de ces graphiques, malgré le caractère relativement simple de la déformation envisagée, et alors même qu'il s'agit de métaux purs ou de solutions solides homogènes, tient à la superposition de plusieurs phénomènes soumis à l'influence commune de la température et du temps et dont les zones d'action se chevauchent plus ou moins.

On peut distinguer en particulier à partir de la température ambiante

---

[1] Séance du 1er juillet 1935.

une première zone dans laquelle la déformation est subordonnée au déplacement d'équilibre des couples internes par suite de la viscosité accrue des couches superficielles et du relèvement de limite élastique (vieillissement) de la partie centrale moins écrouie. La conséquence de ce déplacement d'équilibre est dans tous les cas une déformation de sens opposé au couple ayant déterminé la position d'équilibre initiale ([1]).

Dans la zone de recristallisation apparaissent des déformations dont le sens et l'amplitude dépendent de la nature de l'alliage, de son état physi-

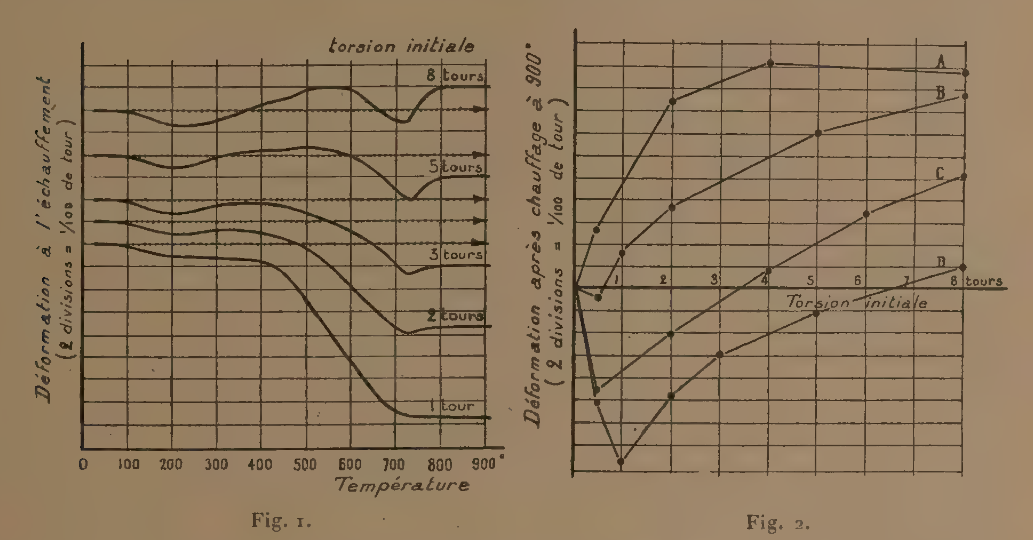


Fig. 1. Fig. 2.

Fig. 1. — Variations de la déformation en fonction de la température d'éprouvettes d'un acier au carbone hypoeutectoïde (C = 0,68 pour 100), après un recuit normal et divers degrés de torsion initiale à froid. Chauffage de 20 à 900° en 75 minutes, la température croissant selon une loi exponentielle.

Fig. 2. — Variations, en fonction de la torsion initiale, de la déformation résultant d'un chauffage à 900°, d'un acier au carbone hypoeutectoïde (C = 0,68 pour 100) ayant subi au préalable divers traitements thermiques :

A, chauffage à 950°, refroidissement dans du plomb à 500°; B, chauffage à 950°, refroidissement à l'air calme; C, chauffage à 875°, refroidissement 15° par minute; D, chauffage à 875°, refroidissement 3° par minute.

cochimique, et de l'importance de l'écrouissage provoqué par la torsion initiale. Ces déformations sont en relation étroite avec les perturbations apportées par l'écrouissage au diagramme dilatométrique dans la même zone de température.

([1]) Polary et Sachs ont signalé la détorsion de fils de cuivre dans des circonstances analogues.

Alors que les deux effets précédents présentent un caractère strictement irréversible, de telle sorte que la déformation provoquée par le chauffage reste entièrement acquise pendant le refroidissement, j'ai constaté que la transformation polymorphique des métaux ferreux apparaît au contraire sur les diagrammes de déformation aussi bien au refroidissement qu'à l'échauffement, avec le décalage habituel de température entre les points Ac et Ar et avec une amplitude d'autant plus grande que la torsion initiale a été plus intense.

Grâce à la diversité de ces manifestations, le problème primitivement envisagé, à savoir l'annulation de la déformation au chauffage après une déformation à froid imposée à l'avance, apparaît susceptible de solution dans un certain nombre de cas. La figure 2 par exemple, qui correspond à un acier hypoeutectoïde et à divers degrés de torsion préalable, montre qu'il suffit d'agir sur la structure initiale de cet acier pour obtenir, grâce à une compensation suffisante des divers effets thermiques, l'annulation de la déformation à chaud.

J'ai vérifié par des essais complémentaires que l'on peut exercer une action analogue sur le sens et la grandeur de la déformation due au chauffage, d'éprouvettes déformées non plus par torsion, mais par flexion. En agissant sur la structure initiale de ces éprouvettes, il est possible d'obtenir dans les mêmes conditions l'annulation de cette déformation, annulation qui présente un gros intérêt dans certaines fabrications de précision, notamment celle des ressorts.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'autoxydation de l'hexadécane normal.* Note [1] de M. **Georges Arditti**, transmise par M. Paul Sabatier.

Nous avons étudié précédemment [2] l'autoxydation de l'huile de paraffine par barbotage d'oxygène. L'altération globale du produit était suivie par des mesures physicochimiques de tension superficielle et de viscosité. Étant donnée la diversité des carbures qui constituent l'huile de paraffine et dans le but de préciser le mécanisme de l'oxydation des hydrocarbures

(1) Séance du 29 juillet 1935.

(2) Georges Arditti, *Comptes rendus*, **192**, 1931, p. 944; **193**, 1931, p. 589 et **195**, 1932, p. 136.

saturés, nous avons fait choix d'un composé défini, l'hexadécane normal, dont la préparation est relativement aisée.

De nombreux auteurs [1] ont déjà étudié l'oxydation de carbures saturés définis, mais leurs recherches ont porté sur des systèmes homogènes, l'hydrocarbure se trouvant entièrement vaporisé à la température de l'expérience. A notre connaissance, seules les études de M. Chavanne, relatives à l'oxydation des carbures cycloforméniques [2], ont eu lieu en système hétérogène, mais cet auteur ne considère que les produits formés en fin de réaction sans se préoccuper du processus de l'oxydation.

Il nous a semblé qu'en opérant à température peu élevée, et qu'en suivant d'une part l'absorption de l'oxygène, et d'autre part la composition de l'atmosphère gazeuse pendant toute la durée de l'expérience, il nous serait possible de préciser certains points du mécanisme de l'oxydation.

Étant donnée la lenteur de la réaction aux températures envisagées, nous avons réalisé un appareil sensible, fonctionnant sous pression constante, et permettant la mesure précise des volumes gazeux. Cet appareil est constitué essentiellement par un microvoluménomètre pour la mesure de l'absorption et par un dispositif de remplissage à pression constante.

Pour examiner les produits gazeux, on fait le vide dans l'appareil à des intervalles déterminés, et on le remplit à nouveau d'oxygène pur, ce qui revient à réaliser l'oxydation sous une pression constante d'oxygène. Les gaz recueillis sont analysés.

Pour une température donnée, nous avons observé l'existence d'une période d'induction, après laquelle la vitesse d'absorption de l'oxygène augmente rapidement, passe par un maximum, puis diminue et tend lentement vers zéro.

A cette absorption correspond la formation de vapeur d'eau, de gaz carbonique, d'oxyde de carbone, d'hydrogène et de méthane, en l'absence de tout composé non saturé, et l'on constate que la composition du mélange gazeux varie suivant la phase de l'oxydation.

Voici quelques résultats exprimant en fonction du temps, d'une part la quantité d'oxygène absorbé, et d'autre part les quantités des différents gaz

---

(1) En particulier Bone, *Flame and combustion in gases*, 1927; Pope, Dyskra et Edgar, *Journ. Am. Chem. Soc.*, 1929, p. 1875.

(2) G. Chavanne et ses collaborateurs, *Bull. Soc. Chim. Belg.*, 36, 1927, p. 206; 40, 1931, p. 611 et 626 et 41, 1932, p. 209.

formés. Ces résultats, donnés en centimètres cubes, correspondent à deux expériences effectuées à deux températures différentes sur 1g d'héxadécane.

Expérience à 111°.					*Expérience à 132°.*				
Durée en heures.	O^2 absorbé.	Gaz formés.			Durée en heures.	O^2 absorbé.	Gaz formés.		
		CO^2.	CO.	H^2+CH^4.			CO^2.	CO.	H^2+CH^4.
0...	0	0	0	0	0...	0	0	0	0
31...	4,93	1,76	3,87	traces	6...	3,51	0,29	0,89	0,23
67...	37,89	4,00	4,90	1,23	13...	41,83	2,26	3,10	2,33
125...	107,03	12,00	7,96	4,65	17...	61,85	4,08	4,48	3,80
......	......	.....	....	....	.....	.....	....	....	....
628...	230,89	31,01	20,19	9,00	280...	261,11	35,41	16,90	13,79
662...	232,06	31,51	20,77	9,08	320...	273,36	38,61	17,69	14,00
716...	232,71	31,83	21,51	9,15	370...	287,09	42,21	18,54	14,35

Il est curieux de noter que, pour toutes les températures étudiées, le début de l'oxydation est accompagné d'un dégagement d'oxyde de carbone prédominant par rapport aux autres gaz. Cette prépondérance en oxyde de carbone ne disparaît qu'en prolongeant l'expérience et la formation de gaz carbonique devient alors la plus importante. Il est également intéressant de signaler que la quantité H^2+CH^4 formés et la quantité d'oxygène absorbé suivent sensiblement la même loi de variation.

Lorsque la température s'élève la période d'induction diminue, la vitesse et la limite d'absorption de l'oxygène d'une part, la vitesse et la limite de formation pour chacun des gaz d'autre part, sont plus grandes.

En comparant l'oxygène entrant dans les produits gazeux et l'oxygène qui a disparu, on constate que ce dernier est en quantité notablement supérieure; il faut donc conclure à la formation de produits oxygénés qui restent en dissolution dans l'excès de carbure. La connaissance de ces produits est nécessaire pour préciser le mécanisme de la réaction. Nous poursuivons cette étude.

GÉOLOGIE. — *Sur la structure des Cévennes dans la région définie par la feuille de Largentière au 1/80000e.* Note (1) de M. **Henri Longchambon**, présentée par M. Louis de Launay.

En dehors des massifs granitiques de la Margeride, du Lozère et de Montselgues et négligeant les terrains volcaniques et sédimentaires relati-

(1) Séance du 16 juillet 1935.

vement récents, nous considérons cette région comme formée à partir de terrains provenant d'un métamorphisme général et soumis à des actions mécaniques et magmatiques intenses et simultanées, peut-être contemporaines en certains points de ce métamorphisme, mais souvent nettement postérieures, aboutissant à un complexe de granites, gneiss, micaschistes et roches intermédiaires ou accessoires provenant fréquemment de réactions chimiques locales. L'hétérogénéité apparente de la disposition et du facies des éléments est encore accrue par de rapides et grandes variations de profondeurs d'érosion par rapport aux conditions physicochimiques de ces actions. Une étude minutieuse des actions mécaniques et des actions chimiques, de leurs liaisons, de leur continuité sur le terrain, de leur variation en fonction des profondeurs d'érosion, du genre de celle dont M. de Launay a donné récemment les principes directeurs [1] et à laquelle cette région se prête remarquablement, permet cependant de dégager avec certitude, bien que par approximations successives, les caractéristiques structurales de l'ensemble. Nous n'exposerons ici que les grandes lignes des résultats ainsi obtenus. Nous donnerons ultérieurement de tous les faits un relevé aussi précis et détaillé que possible, de façon qu'ils puissent être examinés dans la complexité de leurs relations et sur le terrain.

1° En explorant les terrains de la moitié Est de la feuille, et allant du Nord au Sud, on trouve jusqu'au contact avec la masse de micaschistes située au Sud une zone intensément plissée, avec puissantes actions magmatiques syntectoniques, d'axe NEE-SWW et E-W, zone arasée à des profondeurs magmatiques décroissantes. Elle montre au Nord le complexe gneisso-granitique profond des Cévennes, puis une région de racines dirigées Est-Ouest, puis une région d'écailles décrites antérieurement [2] paraissant dues à une poussée venue du Sud et reliant cet ensemble aux micaschistes Sud. Ceux-ci plongent Sud-Est à Sud-Ouest et contiennent normalement le batholite granitique de Montselgues.

2° La région située dans la moitié ouest de la feuille, en bordure du massif de la Margeride n'est pas le prolongement normal de la précédente. Elle montre ce massif intrusif dans un ensemble cristallophyllien préalablement plissé, injecté syntectoniquement, différencié en micaschistes et

(1) L. de Launay, *Études sur le Plateau Central* (VI) (*Bull. Serv. Carte*, 35, 1933, p. 185).

(2) A. Demay et H. Longchambon. *Comptes rendus*, 194, 1932, p. 993 et *Bull. Soc. Géol. France*, 5e série, 2, 1932, p. 211.

gneiss, et actuellement décapé à des profondeurs décroissantes du Nord au Sud. Lors de la mise en place du granit et postérieurement à celle-ci, une action tangentielle dirigée vers le Sud-Est a donné dans la zone nord très gneissique des accidents cassants repris par la granulite, dans la zone médiane des écailles dont la parfaite netteté est due à la structure préalable en gneiss et micaschistes alternés, dans la zone sud purement micaschisteuse une structure en écailles peu visible. Ces écailles s'enracinent sous le granit. Elles sont de pendage N-W faible ou nul dans les zones médiane et sud. Au Nord les pendages se redressent et tendent vers le S-W pour envelopper la Margeride.

3° Ces régions Est et Ouest se relient par une zone de discontinuité axée NNE-SSW à N-S suivant une ligne passant par la vallée de l'Allier entre la Veyrune et la Bastide. Dans sa partie sud, cette discontinuité apparaît ainsi : Abordée en venant de la zone d'écailles située à l'Ouest elle apparaît comme une base d'écaille inférieure résultant de la rupture brusque d'une voûte anticlinale gneissique, rupture à laquelle succède sur le terrain une zone de plissements à petite échelle et d'écrasements suivis d'une reprise magmatique intense. Abordée en venant de la zone Est, à discontinuités structurales Est-Ouest très redressées, on observe une virgation brusque de celles-ci vers le Sud, accompagnée d'un plissement intense et d'écrasements parallèlement à cette discontinuité avec reprise granulitique massive.

Vers le Nord à partir de la Veyrune cette discontinuité intéresse de part et d'autre des éléments de profondeur magmatique croissante et apparaît comme une zone granulitique mal délimitée s'élargissant et s'infléchissant au Nord-Est, séparant deux régions à caractéristiques structurales différentes.

Vers le Sud, elle paraît disparaître avec les gneiss sous les micaschistes, mais elle est prolongée dans ceux-ci par l'accident bien connu sous le nom de faille de Villefort.

4° Pour rester momentanément dans le domaine strict des faits d'observation nous signalons donc les remarques suivantes :

a. les directions structurales E-W, qui prolongent sur cette feuille les directions des Cévennes septentrionales, ne s'incurvent pas au Nord-Ouest pour pénétrer dans la zone de la Margeride mais tournent brusquement au Sud, parallèlement à la bordure de cette dernière en même temps qu'elles subissent un abaissement d'axe rapide;

b. la bordure cristallophyllienne du massif de la Margeride, contre

laquelle se produit cette virgation, a des directions structurales qui la relient à la partie médiane du Massif Central, en particulier au synclinal d'Arlanc;

c. cette virgation au Sud est accompagnée de phénomènes mécaniques et magmatiques intenses entre ces deux zones et de poussées au Nord dans la zone interne située à l'Est, au Sud-Est dans la zone externe située à l'Ouest;

d. la ligne de discontinuité ainsi définie intéresse de part et d'autre et du Nord au Sud, en direction NNE-SSW, puis N-S, des terrains de profondeurs magmatiques décroissantes et est prolongée au Sud dans les micaschistes par la discontinuité de Villefort-Génolhac dont Fabre (1) avait déjà montré le caractère très important.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains crétacés de la zone côtière du Gabon.* Note de M. **B. Choubert**, présentée par M. Henri Douvillé.

J'ai résumé (2) les données recueillies sur les terrains anciens du Gabon au cours d'une mission géologique effectuée en 1933-1934 pour le Gouvernement de l'A. E. F.

A l'ouest des Monts de Cristal, ces terrains sont recouverts en transgression par le complexe sédimentaire plus récent qui repose en grande discordance, tantôt sur la formation plissée de l'Ogooué (village N'Zoumou sur l'Ogooué; concession de la C. E. F. A. au sud du Lac Ayem), tantôt sur le Cristallin (piste Lac Azingo-Akondjo sur le Ramboué; piste Fougamou-Agouma sur le Rembo N'Komi, non loin de cette dernière localité). Parfois le contact semble se produire par faille (piste Akok-Médègue).

Ce complexe débute par un ensemble d'argiles multicolores et de grès tendres avec quelques intercalations conglomératiques (poudingue de Kom, piste Akok-Médègue; conglomérat de Similé, sur la même piste, etc.). Au-dessus, plus près de la côte, viennent des terrains dans lesquels j'ai trouvé des gisements fossilifères. Ce sont :

1° les marnes psammitiques verdâtres d'Avaga (affluent de la M'Bei) en aval d'Akok, contenant des morceaux de lignite et des nodules à

(1) G. Fabre, *Bull. Serv. Carte*, 53, 1895, p. 73.
(2) B. Choubert, *Comptes rendus*, 200, 1935, p. 149.

Parahoplites sp. accompagnées de *Cerithium trimonile* d'Orb. et de lamellibranches de petite taille;

2° les grès argileux de Batavéa (région de Libreville) ont livré *Tissotia* nov. sp. dont la cloison rappelle celle de *T. Tissoti*, Bayle, des Natices de grande taille, voisines de *Natica gabonensis* St. Meunier, *Cardium hillanum* d'Orb., *Lima clyeiformis* d'Orb. et *Campanile* sp.

3° les calcaires durs, blancs, de Libreville, dans lesquels ont été recueillis *Inoceramus concentricus* Park., *Ampullina bulbiformis* Sow., *Lima Meslei* Péron, *Botriopygus* sp., *Cycloseris* sp.

Ces mêmes calcaires et les grès gris de la carrière de Libreville contiennent une microfaune composée de petites Rosalines, avec des algues : une Codiacée, *Bouëina* et une Dasycladacée, *Neomeris* sp.;

4° les grès argileux à galets roulés de la falaise du Cap Estérias, qui contiennent des *Venericardia* (*Cyprina*) *cf. Barroisi* Coquand et des dents de *Corax pristodontus* premut. *Kaupi* Agass;

5° les grès durs dolomitiques du littoral, entre le Cap Estérias et le Cap Santa Clara sont pétris de *Cardium productum* Sow., *Cardium carolinum* d'Orb., *Cardium cf. lineatum* Münst., *Volutocorbis indica* Douvillé, *Volutilites elongata* d'Orb., *Megaspira* sp., etc.;

6° les grès dolomitiques bitumineux d'Apopé, riches en dents de poissons : *Corax pristodontus* premut. *Kaupi* Agass., *Scaphanorhyncus rhaphiodon* Agass., *Onchosaurus* (*Gigantichtys cf. Pharao* Dames, *Simolectis sphærodus* sp., et qui ont livré en outre *Nerita* (*Otostoma*) *parvula* Binkhorst;

7° les grès argileux tendres de Chinchoua contiennent des moules externes de *Trigonia scabra* Lamarck;

8° les marnes gréseuses verdâtres de N'Soum (piste Azingo-Akondja) dans lesquelles j'ai recueilli de nombreux *Turrilites cf. costatus* d'Orb.

Ces premières déterminations, contrôlées par M. H. Douvillé, paraissent situer le gisement 1 dans l'Albien, les gisements 2 et 3 dans le Turonien, les gisements 4, 5, 6 et 7 dans le Sénonien et enfin le gisement 8, si l'attribution des moules internes aux Turrilites est exacte, dans le Cénomanien.

Ces terrains sont affectés par de fréquentes cassures et forment en outre un dôme à grand rayon de courbure dont l'axe serait orienté Nord-Sud et correspondrait sensiblement à l'estuaire de Mondah.

Hormis ce mouvement principal, j'ai observé de fréquentes ondulations secondaires montrant des pendages pouvant aller jusqu'à une vingtaine de degrés.

La colline sur laquelle est situé le phare de la Pointe Denis (en face de Libreville) est formée d'un pointement de basalte limburgitique, accompagné de filons de la même roche et d'une coulée volcanique contenant des éléments empruntés au Crétacé supérieur. Son âge paraît donc très récent, tertiaire ou quaternaire.

GÉOLOGIE. — *Quelques traits de la paléogéographie algérienne à l'Éocène moyen.* Note [1] de M. **Jacques Flandrin**, présentée par M. Charles Jacob.

A la fin des temps secondaires, l'Algérie septentrionale fut affectée d'un mouvement général de surélévation qui détacha du domaine maritime la plupart des massifs nord-algériens. Ceux-ci restèrent émergés durant tout l'Éocène inférieur, alors que la mer suessonienne, succédant en continuité à celle du Crétacé supérieur, formait un bras de mer étroit, localisé plus ou moins exactement sur les régions méridionales du Tell, qui se reliait, dans l'est constantinois, à un grand bassin recouvrant le Bas Sahara, le massif de l'Aurès, les Monts des Némenchas, la région de Tébessa et la presque totalité de la Tunisie. Cette paléogéographie de l'Éocène inférieur a été rendue classique, de puis longtemps, par les travaux des géologues algériens.

Il en est de même de la notion d'une transgression lutétienne sur les régions précédemment émergées de l'Algérie septentrionale. Mais à ma connaissance, aucune précision n'a jamais été apportée sur la direction suivant laquelle s'était effectuée cette invasion marine. Il était donc possible d'admettre, comme paraît l'avoir fait E. Haug dans son Traité (p. 1507) et commme l'a fait M. M. Gignoux dans sa *Géologie stratigraphique* (p. 473, *fig.* 107), que cette transgression était partie de la mer suessonienne sud-tellienne pour s'étendre, en direction du Nord, sur le bord d'une grande terre émergée occupant l'emplacement actuel de la Méditerranée occidentale.

En réalité, si l'on reporte sur une carte à petite échelle les différents affleurements de l'Éocène moyen existant en Algérie, on est frappé aussitôt par l'existence d'une zone continue, dépourvue de tout sédiment lutétien, qui sépare les régions littorales où l'Éocène moyen est transgressif, au Nord, de celles où le Lutétien fait suite aux dépôts suessoniens, au Sud. Cette zone s'étend depuis la région comprise entre Bône et la Calle, à l'Est,

---

(1) Séance du 16 juillet 1935.

jusqu'à l'Ouest d'Oran. Sa largeur est d'environ 25^{km} dans la région de Guelma et au Sud du Djurdjura. Elle atteint 50^{km} dans la région de Sétif et 70^{km} au Sud du Cap Ténès.

Il semble donc qu'il se soit constitué, à la fin de l'Éocène inférieur et au début de l'Éocène moyen, une zone émergée, ou tout au moins de hauts fonds qui, durant tout le Lutétien, forma seuil entre les régions littorales et les régions sud-telliennnes. En prenant naissance, ce seuil détermina une régression du rivage septentrional de l'ancienne mer suessonienne, tandis que l'Algérie septentrionale était envahie par une mer venant du Nord, qui, contournant les massifs primaires kabyles en partie exondés, déposait ses sédiments transgressifs en bordure de la zone nouvellement émergée.

Cette hypothèse permet non seulement de comprendre l'absence de tout sédiment lutétien dans la région définie plus haut, mais encore apporte une explication à une série de faits difficiles à interpréter autrement.

1° Dans la partie occidentale de la Chaîne Numidique il existe des affleurements de Lutétien transgressif au Sud de lambeaux suessoniens concordants sur le Crétacé supérieur ([1]). La présence de cet Éocène moyen, indépendant du Suessonien connu plus au Nord, ne peut s'expliquer si l'on fait venir la transgression lutétienne du bras de mer sud-tellien. Ou bien il faudrait admettre une interprétation tectonique incompatible avec les données du terrain.

Il n'en est plus de même si l'on envisage la formation, à la fin de l'Éocène inférieur, d'un seuil ayant rejeté au Sud le rivage de l'ancienne mer suessonienne, tandis qu'une mer lutétienne nouvelle, venant du Nord, étalait ses sédiments transgressifs en bordure de la zone émergée.

2° Dans tout le Lutétien inférieur du sillon sud-tellien et dans le Lutétien supérieur de sa partie occidentale une espèce de Nummulite abondamment représentée est *Numm. Gizehensis* Forsk. Il en est de même des *Thersitées* et des nombreuses variétés d'*Ostrea multicostata* Desh. Ces fossiles font complètement défaut dans l'Éocène moyen de l'Algérie septentrionale.

Inversement, l'Éocène moyen du littoral algérien est caractérisé par l'abondance des Nummulites granuleuses telles que *N. Lucasi* d'Arch., *N. gallensis* A. Heim, *N. uroniensis* A. Heim, *N. aturicus* Jol et Leym.,

---

([1]) E. Ficheur, *A. F. A. S.*, *Congrès de Bordeaux*, 1895, séance du 8 août, p. 1 à 11; L. Joleaud, *Carte géologique au 1/50000e*, *Feuille Sidi Dris*, Service géologique de l'Algérie, Alger, 1910.

N. millecaput Boubée, etc. Aucune de ces espèces n'a jamais été rencontrée dans le Lutétien de la zone sud-tellienne.

Ces différences faunistiques sont difficilement explicables dans l'hypothèse d'une transgression lutétienne venant du Sud. Elles sont au contraire aisées à comprendre si l'on admet l'existence d'un seuil empêchant, ou tout au moins gênant considérablement, les relations entre les régions sud-tellienne et littorale et si l'on fait venir la transgression lutétienne d'une mer située plus au Nord, dans laquelle vivait une faune inconnue dans la mer à Thersitées.

3° Enfin, dans le domaine de l'ancienne mer suessonienne, le Lutétien supérieur se termine par des marnes à Ostracées et Thersitées, souvent séléniteuses, parfois par des masses gypseuses considérables qui font penser à une mer presque fermée se transformant peu à peu en lagune. Dans la zone littorale au contraire, le Lutétien supérieur se termine par des sédiments conglomératiques et gréseux, encore riches en Nummulites, qui témoignent de l'existence d'une mer libre ne disparaissant pas par comblement progressif, mais par refoulement vers le Nord sous l'effet des premiers mouvements pyrénéens.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Le réseau de linine du noyau et ses constituants; leur homologation avec les nucléosomes des Schizophytes (Bactériacées et Cyanophycées).* Note [1] de M. **A.-Charles Hollande**, présentée par M. P.-A. Dangeard.

Il existe dans le noyau de la cellule deux substances chromatiques : l'une, acidophile, constituant le nucléole, l'autre, basophile, formant la chromatine; cette dernière est déposée sur le réseau des filaments de linine et prend l'aspect de granulations, de plages ou de croûtelles plus ou moins étendues. Selon les auteurs, la chromatine serait une substance colloïdale qui, à l'état de sol, serait dissoute dans le nucléoplasme, et, à l'état de gel, se présenterait sous les formes mentionnées. A un certain degré de condensation, la chromatine, de basophile, deviendrait oxyphile.

En appliquant à l'étude de la structure nucléaire (végétaux et animaux) les méthodes cytologiques qui m'ont permis de mettre en évidence les divers organites de la cellule des Schizophytes (nucléosome, para et métanucléosomes), j'ai constaté que sous le nom de chromatine étaient désignés des éléments très différents entre eux.

---

(1) Séance du 1er juillet 1935.

Voici comment, d'après mes observations, j'interprète la structure du noyau.

Dans un nucléoplasme, de réaction généralement neutrophile, parfois faiblement acidophile ou basophile, le nucléole apparaît sous la forme d'une masse unique ou d'inclusions multiples, plus ou moins individualisées.

Dans ce même nucléoplasme se voient de nombreux et fins corpuscules, fortement cyanophiles et sidérophiles après chromisation; constamment en division chez les noyaux des cellules jeunes, ces corpuscules sont réunis



Fig. 1, 3, 4, différents aspects des nucléosomes et des sphères satellites du noyau de la jacinthe (*Hyacinthus orientalis* L.); 2, noyau de l'intestin moyen d'une larve de phrygane (*Stenophylax*, sp.); 5, noyau d'un tube de Malpighi de l'hydrophile (*Hydrophilus pistaceus* Cast.). — *n*, nucléole; *t*, tractus réunissant deux nucléosomes en division; *s*, sphère satellite des nucléosomes (n^1); en *a*, fig. 3, réunion de plusieurs sphères satellites; *m*, masse de chromatine; *p*, plage de chromatine englobant nucléosomes et sphères satellites; *c*, *cl*; ocul. 18, obj. Zeiss 2^{mm}, 1,40. Fig. 2, 4, 5, col^{n} mann-orange; fig. 1, col^{n} hématoxyline au fer; fig. 3, col^{n} éosinates du bleu de méthylène.

deux à deux par un fin et parfois long tractus, également sidérophile et cyanophile. Les corpuscules cyanophiles sont souvent accolés à une ou plusieurs petites sphères, généralement peu colorables, quelques fois faiblement érythrophiles, et retenant plus ou moins la laque ferrique, après chromisation. Corpuscules cyanophiles en division et sphères satellites sont diversement répartis en des plans différents dans tout le nucléoplasme; ces éléments peuvent être adossés à la membrane nucléaire; les tractus s'entrecroisent fréquemment les uns au-dessus des autres, sans se toucher, ni se fusionner.

Les corpuscules cyanophiles sont, selon moi, entièrement homologables aux nucléosomes des Schizophytes; quant à leurs tractus, ils constituent les filaments de linine des auteurs; leur ensemble forme le réseau de linine (*t*, *fig.* 1 à 5).

Dans le nucléoplasme, entre plusieurs nucléosomes, s'élaborent assez souvent des masses chromatiques à contours plus ou moins circulaires, rarement anguleux; celles-ci repoussent fréquemment sur leurs bords les nucléosomes et les sphères satellites, qui d'ailleurs ne sont pas toujours décelables. Après chromisation, les masses chromatiques retiennent faiblement l'hématoxyline ferrique et les colorants d'aniline. Les nucléosomes et leurs tractures demeurent au contraire fortement colorables. Les nucléosomes et les sphères satellites sont les grains de chromatine des auteurs; les masses chromatiques, à contours souvent irréguliers, constituent les nappes, les croûtelles de chromatine si souvent décrites. Parfois, plusieurs masses de chromatine se réunissent pour former de grandes plages; on peut rencontrer de nombreux nucléosomes à l'intérieur de ces plages. Dans certains cas, on y observe également des inclusions érythrophiles qui semblent dériver directement ou indirectement du nucléole.

La membrane nucléaire est le résultat d'une condensation périphérique du nucléoplasme et non de la chromatine; ceci n'exclue pas, au cours de la formation de cette membrane, la réaction du protoplasme.

Tels sont, au stade dit de repos, les constituants du noyau. Au cours de la karyokinèse et de la méïose, de nouvelles élaborations nucléaires s'établissent.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Hydrolyse diastasique*, in situ, *du ciment intercellulaire*. Note de M. **Henri Colin** et Mlle **Andrée Chaudun**, transmise par M. Marin Molliard.

Le suc hépato-pancréatique d'Escargot attaque facilement l'hydratopectine, c'est-à-dire le mélange de pectate et d'arabane qu'on extrait, par l'eau chaude, des pulpes végétales préalablement dessucrées. Le galactose et l'arabinose fixés sur le noyau uronique sont rapidement détachés, le noyau lui-même est disloqué à la longue et converti en acide galacturonique. Le rapport α/p de la déviation polarimétrique (pour $l=1$) au pouvoir réducteur (en glucose pour 100^{cm^3}, d'après G. Bertrand) ne cesse de décroître au cours de l'hydrolyse pour s'approcher plus ou moins, suivant les proportions initiales d'arabane et de pectate, de 0,8, chiffre théorique

d'un mélange d'une molécule de galactose (0,84) une d'arabinose (1,02) et quatre d'acide galacturonique (0,73).

Le ciment intercellulaire, *in situ*, ne résiste pas davantage au suc d'*Helix*. La pulpe dessucrée de Betterave livre, en peu de temps, au contact du ferment, même à la température ordinaire, des produits réducteurs en abondance, galactose et arabinose d'abord, plus tard acide galacturonique. L'énergie de l'attaque dépend non seulement des sortes de Betteraves, mais de l'état de la pulpe et des conditions de dessucrage; il est difficile, au laboratoire, d'atteindre à la perfection de la diffusion industrielle. Dès le début, la liqueur flocule par la baryte et donne nettement la réaction des composés uroniques à la naphtorésorcine. Le quotient α/p, bien supérieur à 1, dès le début, reste d'abord stationnaire, puis se met à baisser pour se fixer vers l'unité. Il ne fait pas de doute que le milieu fermentaire ne dissolve le pectate, fortement dextrogyre, plus vite qu'il ne l'hydrolyse.

On voit ci-dessous les variations, avec le temps, du rapport α/p et du pouvoir réducteur r (en glucose pour 100^g de pulpe). Les conditions sont les suivantes : cossettes industrielles de diffusion, sèches, 100^g, eau 1500^{cm^3}, suc d'*Helix* 3^{cm^3}, température 15° en moyenne.

t (jours).......	1.	2.	3.	5.	7.	10.	14.	17.	28.	50.	100.
r...........	0,9	1,5	2,8	4,8	7,0	8,9	10,6	12,1	14,2	17,3	21,2
α/p.........	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5	1,5	1,4	1,3	1,1

A la longue, le ferment s'affaiblit et les produits d'hydrolyse font obstacle à la dissolution de nouvelles quantités d'hydratopectine. On évite cet inconvénient en procédant par épuisements successifs. Les cossettes, 100^g comme précédemment, sont mises en contact avec 1^l d'eau et 2^{cm^3} de ferment; le moment venu, on sépare le liquide pour en faire l'analyse et on le remplace par de nouvelle liqueur fermentaire.

On assiste ainsi à la dissolution rapide de l'hydratopectine et à sa lente hydrolyse dans les liqueurs successives. Le quotient α/p, voisin de 2 après 36 heures de contact, pour les premiers extraits, tend à diminuer dans les suivants. Il décroît, avec le temps, dans les liquides séparés de la pulpe et se fixe vers 0,9, tombant même à 0,4 pour les derniers épuisements.

Les sucres et l'acide galacturonique, évalués en glucose, pour l'ensemble des liqueurs parvenues au terme de leur évolution, forment un total de 30^g environ, chiffre élevé dont il faudrait défalquer ce qui peut provenir de matières autres que la pectine. On sait que les cossettes sèches que livre l'industrie donnent, après dessucrage complémentaire, de 30 à 35 pour 100 d'hydratopectine brute.

Après dix extractions successives, la pulpe qui, durant la dernière, d'une durée de trois mois, n'a plus abandonné qu'une faible quantité (1g,3) de sucre réducteur, ne paraît pas encore complètement débarrassée de matières pectiques, du moins si l'on en juge par sa teneur en alcool méthylique (0,95 pour 100 par le procédé de Zeisel) et par l'acide carbonique (2,2 pour 100) qu'elle dégage sous l'action de HCl, p. s. 1,08, à l'ébullition, le rapport pondéral de l'un à l'autre étant égal à 2,3, à peu près comme dans les pectines. Avant tout épuisement, les chiffres de CO^2 et de CH^3OH étaient, pour les cossettes desséchées prises à la sucrerie Bouchon, respectivement de 6,8 et 2,7.

Il semble ainsi que les derniers vestiges de pectine adhèrent fortement à la paroi cellulosique externe, ce qui est conforme aux vues des Botanistes et justifie l'expression de membrane *pecto-cellulosique*. De fait, si loin que soit poussée l'extraction de la pectine, soit par l'eau chaude ([1]), soit par le suc d'*Helix*, la pulpe ne cesse de manifester une grande affinité pour le rouge de ruthénium. Il est vrai que le colorant en question, de l'avis de L. Lütz ([2]), se fixe également sur la cellulose dès qu'elle est dégradée à point.

GÉNÉTIQUE. — *Constitution et descendance des lignées polycarpiques de* Triticum vulgare H. Note ([3]) de M. **Émile Miège**, présentée par M. Louis Blaringhem.

Nous avons signalé, en 1926 ([4]), l'apparition, dans un hybride intraspécifique de *Triticum vulgare* H. (*Trit. vulg.* var. *alborubrum* Indian pearl × *Trit. vulg.* var. *oasicolum* Extrême-Sud algérien) de plusieurs lignées dont certaines fleurs renfermaient, non pas un, mais deux ou trois caryopses fertiles. Nous avons poursuivi depuis cette époque l'étude de la descendance de ces souches, de leur hérédité et de leur constitution cytologique.

I. Au cours des premières générations (1928 à 1931), la proportion des fleurs à grains multiples augmenta progressivement, pour atteindre, notamment, une moyenne de 70,5 pour 100 dans l'ensemble de la

([1]) H. Colin, *Bull. Chim. biol.*, **16**, 1934, p. 1333.

([2]) *Comptes rendus*, **199**, 1934, p. 893.

([3]) Séance du 29 juillet 1935.

([4]) *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 1096,

lignée H. F. 152-2; puis devint *irrégulière*, passant de 0 à 100 pour 100 selon les individus, et diminua sensiblement à la dernière récolte (21 pour 100), la fertilité du sol n'étant pas sans influence sur ce pourcentage, ainsi que nos essais antérieurs l'avaient déjà montré.

II. Nos observations, poursuivies pendant sept années consécutives, non seulement sur l'hérédité, mais aussi sur la nature du caractère polycarpique, ne nous ont pas permis de vérifier les constatations faites par Bledsoe ([1]) sur le seigle de Géorgie, par Leighty et Sando ([2]), puis par Antony et par Taylor, sur les hybrides de blé × seigle, d'après lesquelles les carpelles supplémentaires constitueraient une simple anomalie accidentelle, non héréditaire, et due aux conditions de culture, ou proviendraient de la transformation des anthères par pistillodie. Nous n'avons jamais rencontré de modification des étamines, en dehors de leur fréquente et partielle immaturité; dans les centaines de fleurs examinées, *les carpelles doubles ou triples ou leurs vestiges, étaient toujours normaux et indépendants*, alternant avec les étamines intactes, selon le type 3 classique des Monocotylédones. Les grains multiples sont, évidemment, plus ou moins déformés par la compression qu'ils subissent dans les glumelles, et leurs dimensions, comme leur poids individuel, sont plus faibles que ceux des caryopses uniques; de même, les coléoptiles qu'ils engendrent sont, généralement aussi, un peu moins développées.

III. L'étude caryologique des différents types apparus dans ce croisement (*durum*, *dicoccum*, *Spelta*, etc) nous avait déjà montré ([3]) qu'ils possèdent intégralement la structure de l'espèce à laquelle ils appartiennent. Cette constatation a été confirmée par l'examen cytologique que nous avons effectué, en 1935, sur les jeunes anthères des fleurs polycarpiques des formes *vulgare* de même origine et qui nous a prouvé que *les grains multiples ont la même formule chromosomique que les grains normaux*. Nous avons trouvé en effet, 21 gemini à la prophase hétérotypique et 21 chromosomes à l'anaphase de la division réductionnelle; aucune anomalie n'existe à l'anaphase et à la télophase homéotypique.

([1]) R. Bledsoe, *Journ. Heredity*, 20, 1929, p. 137.
([2]) C. Leighty et W. Sando, *Journ. Heredity*, 15, 1924, p. 263.
([3]) E. Miège et M. Simonet, *Comptes rendus*, 197, 1933, p. 1751.

HYGIÈNE. — *Pouvoir bactéricide de l'eau soumise à l'action combinée de l'argent métallique et du courant continu électrique.* Note de M. Nicolas Metalnikoff, présentée par M. Hyacinthe Vincent.

Raulin, en 1870, a signalé le premier que l'*Aspergillus niger* ne se développe pas dans un vase en argent. Depuis lors, ont paru les travaux remarquables de Naegeli (1893) et de H. Vincent (1895).

André Kling [1] démontra que l'argent métallique immergé dans l'eau pendant plusieurs jours rend ce milieu bactéricide pour le bacille typhique et le colibacille. Introduit dans cette eau, le colibacille est tué en 3 ou 4 heures.

Lasseur [2] confirme que l'eau mise en présence de l'argent peut acquérir des propriétés toxiques qui se manifestent même après l'enlèvement du métal.

Le procédé que nous avons employé permet d'obtenir une action bactéricide beaucoup plus intense et incomparablement plus rapide.

Il consiste dans l'action combinée de l'argent métallique et d'un courant électrique. Celui-ci traverse le milieu au moyen d'électrodes, dont l'une au moins, l'anode, est en argent, la cathode est en charbon ou en tout autre conducteur inoxydable.

L'action du courant électrique permet d'obtenir ces propriétés bactéricides au bout de quelques minutes et même de quelques secondes.

Une série d'expériences préliminaires avec des courants continus ou alternatifs de diverses intensités nous a amené à employer un courant continu d'une très faible intensité, de 0,3 à 4 milliampères et de 1,5 à 4,5 volts de tension.

Les résultats peuvent se résumer ainsi :

1. Si l'on immerge dans 1 litre d'eau de robinet ou d'eau de Seine deux tiges d'argent d'une surface de 16^{cm^2}, disposées à une distance de 2^{cm} l'une de l'autre, et si on lance un courant continu faible de 0,3 à 4 milliampères d'intensité et de 1,5 à 4,5 volts de tension, l'eau devient bactéricide après 1 à 2 minutes. Si l'on ajoute à cette eau devenue bactéricide quelques gouttes de suspensions bactériennes, on constate après 1 à 3 heures de contact que tous les bacilles sont tués (voir Tableau).

2. Par contre une lame d'argent métallique de même surface ou d'une surface notablement plus grande, simplement plongée dans l'eau, sans application du courant électrique, non plus que le courant électrique avec

(1) *Comptes rendus*, **194**, 1932, p. 1402.

(2) *Trav. lab. Microbiologie de la Fac. de Pharm. de Nancy*, fasc. 5, 1932, p. 44.

les deux électrodes en charbon ou avec l'anode en charbon et la cathode en argent, ne produisent pas d'effet bactéricide.

Expériences nº	Désignation de l'espèce bactérienne.	Nombre de colonies contenues dans X gouttes de suspension après 1 à 3 heures de contact.	
		Susp. + argent.	Susp. témoin.
32	Colibacille	0	376
47	»	0	441
109	»	0	461
113	»	0	348
193	»	0	860
142	»	0	1165
131	B. du choléra	0	460
138	B. paratyphique	0	138
147	B. typhique	0	475
141	Staphylocoque doré	0	380

3. Si l'on augmente l'intensité du courant électrique jusqu'à 26 milliampères, avec la même surface d'anode en argent de 16^{cm^2}, il suffit de quelques secondes pour rendre l'eau bactéricide.

4. L'ébullition ne détruit pas les propriétés bactéricides de l'eau activée.

5. Ce procédé confère au milieu un pouvoir bactéricide très élevé. En diluant ce milieu bactéricide dans un volume notablement plus grand d'eau non bactéricide, on communique à cette dernière les mêmes propriétés bactéricides.

6. Le pouvoir bactéricide de l'eau activée persiste plus de 3 mois.

7. Ce procédé permet de régler à volonté la concentration bactéricide du milieu, soit par application d'un courant plus intense, soit en augmentant la surface des électrodes.

250^{cm^3} d'eau de robinet activée pendant une à trois minutes par un courant continu de 50 milliampères d'intensité et de 10 volts de tension (la surface de l'anode étant de 45^{cm^2}) deviennent bactéricides : les bacilles sporulés (*Bact. Ephestiæ* et *B. Cazabon*) ainsi que l'*Aspergillus niger* y sont tués après 2-3 heures de contact.

8. Le pouvoir bactéricide de l'argent métallique est extrêmement élevé. En milieu aqueux, à une concentration inférieure à 1 pour 5000000, le colibacille et le staphylocoque sont tués en trois heures.

L'argent contenu dans l'eau activée ne lui communique aucune saveur, cette eau ne paraît pas nocive. Nourries pendant trois mois avec du pain imbibé d'eau bactéricide, 20 souris se sont très bien portées.

La séance est levée à $15^h 20^m$.

A. Lx.